



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESTUDIO FITOQUÍMICO, CUANTIFICACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES,
EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ELABORACIÓN DE UNA
CREMA FOTOPROTECTORA DE LAS BAYAS DE LA PLANTA “Jaltomata
andagarae”.

Línea de investigación:

Línea de investigación: Botánica y productos naturales

Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Química

Autor

Ascate Salinas, Santos

Asesor

Lezama Vigo, Helmer Heli

ORCID: 0000-0003-0663-4752

Jurado

Castañeda Pérez, Luz Genara

Barreto Yaya, Danilo Arturo

Pumachagua Huertas, Rodolfo

Lima - Perú

2025



ESTUDIO FITOQUÍMICO, CUANTIFICACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES, EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ELABORACIÓN DE UNA CREMA FOTOPROTECTORA DE LAS BAYAS DE LA PLANTA "Jaltomata andagarae"

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	2%
5	1library.co Fuente de Internet	2%
6	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	core.ac.uk Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

**ESTUDIO FITOQUÍMICO, CUANTIFICACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES,
EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ELABORACIÓN DE UNA
CREMA FOTOPROTECTORA DE LAS BAYAS DE LA PLANTA “*Jaltomata
andagarae*”.**

Línea de investigación: Botánica y productos naturales

Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Química

Autor:

Ascate Salinas, Santos

Asesor:

Lezama Vigo, Helmer Heli

ORCID: 0000-0003-0663-4752

Jurado:

Castañeda Pérez, Luz Genara

Barreto Yaya, Danilo Arturo

Pumachagua Huertas, Rodolfo

Lima – Perú

2025

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi gratitud al Vicerrectorado de Investigación (VRIN) de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), quienes hicieron posible el financiamiento de esta investigación con la resolución rectoral N° 1549-2023-CU-UNFV. Agradezco a mi asesor interno, Mg. Helmer Helí Lezama Vigo, por su apoyo en el presente estudio de investigación. De igual manera, agradezco a mi asesor externo, el Dr. Olivio Nino Castro Mandujano, por su gran hospitalidad y colaboración durante la estancia que realicé en el laboratorio de productos naturales de la UNMSM, para culminar la investigación. A la especialista del laboratorio de fisicoquímica en la planta de agua de SEDAPAL Mirian Vásquez Osorio y los analistas del laboratorio, los químicos Judy Zapata Castillo, Hernán Mamani Quispe, Alfredo Ordóñez Bustinza y Rosa Torres Aguilar, por ofrecerme su amistad y apoyo, así como su consideración y orientación. A mis padres y mi hermana, quienes siempre han estado a mi lado apoyándome en el cumplimiento de mis sueños, nunca podré agradecerles lo suficiente.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a los dos pilares fundamentales de mi vida, quiénes son mis padres, Flor María Salinas Ulloa y Santos Ascate García, a los cuales les debo todo lo que soy, por apoyarme sin condiciones, confiar en mí, por acompañarme y ayudarme a lograr cada uno de mis sueños.

A mi abuela, Luisa Ulloa Narciso, por siempre tenerme presente en sus oraciones. A mi abuelo, Santos Ascate Narváez por su apoyo incondicional. A la que en vida fue, la Mg. Nora Herrera Hernández, quién desde un inicio me apoyó en esta investigación en el curso de seminario de tesis y me brindo su confianza para participar en concursos y lograr financiamiento económico que ayudaron a realizar esta investigación, lo cual me hizo lograr un crecimiento personal y profesional. A cada uno de los docentes de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal pertenecientes a la escuela profesional de Química, por su valiosa contribución en mi formación académica. A Fernando Huamani y Marisol Fernandez, por enseñarme que la verdadera amistad no solo acompaña en los momentos de felicidad, sino que va más allá, sobre todo en los momentos adversos, por aconsejarme en momentos difíciles y guiarme en momentos de adversidad.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Descripción y formulación del Problema.....	15
<i>1.1.1. Formulación del problema.....</i>	<i>15</i>
1.2. Antecedentes	16
1.3. Objetivos	20
<i>1.3.1. Objetivo General.....</i>	<i>20</i>
<i>1.3.2. Objetivos Específicos</i>	<i>20</i>
1.4. Justificación.....	20
1.5. Hipótesis.....	21
<i>1.5.1. Hipótesis general</i>	<i>21</i>
<i>1.5.2. Hipótesis específicas</i>	<i>21</i>
II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	22
<i>2.1.1. Jaltomata andagarae (Tomatito)</i>	<i>22</i>
<i>2.1.2. Radicales libres (RL)</i>	<i>24</i>
<i>2.1.3. Estrés oxidativo (EO).....</i>	<i>25</i>
<i>2.1.4. Antioxidantes.....</i>	<i>25</i>
<i>2.1.5. Compuestos fenólicos.....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.6. Estudio fitoquímico</i>	<i>27</i>

2.1.7.	<i>Cuantificación de polifenoles totales</i>	29
2.1.8.	<i>Método de captación de radical DPPH</i>	30
2.1.9.	<i>Método de captación del radical ABTS</i>	31
2.1.10.	<i>Cremas Fotoprotectoras</i>	32
2.1.11.	<i>Índice de Fotoprotección</i>	32
III.	MÉTODO	33
3.1.	Tipo de investigación.....	33
3.2.	Ámbito temporal y espacial.....	33
3.3.	Variables.....	33
3.4.	Población y muestra.....	34
3.4.1.	<i>Población</i>	34
3.4.2.	<i>Muestra</i>	34
3.5.	Instrumentos.....	35
3.5.1.	<i>Marcha fitoquímica</i>	35
3.5.2.	<i>Polifenoles Totales</i>	36
3.5.3.	<i>Capacidad antioxidante por el método DPPH</i>	36
3.5.4.	<i>Capacidad antioxidante por el método ABTS</i>	37
3.5.5.	<i>Crema fotoprotectora</i>	38
3.6.	Procedimientos.....	38
3.6.1.	<i>Obtención de la droga vegetal a partir de la Jaltomata Andagarae</i>	38
3.6.2.	<i>Marcha fitoquímica</i>	42

3.6.3.	<i>Tratamiento de la muestra para los ensayos de polifenoles totales, capacidad antioxidante y crema fotoprotectora</i>	50
3.6.4.	<i>Cuantificación de polifenoles totales</i>	54
3.6.5.	<i>Determinación de la capacidad antioxidante por DPPH</i>	54
3.6.6.	<i>Determinación de la capacidad antioxidante por ABTS</i>	55
3.6.7.	<i>Crema fotoprotectora</i>	57
3.7.	<i>Análisis de datos</i>	59
IV.	RESULTADOS	60
4.1.	<i>Estudio Fitoquímico</i>	60
4.2.	<i>Cuantificación de polifenoles totales en bayas secas</i>	63
4.3.	<i>Determinación de la capacidad antioxidante por DPPH</i>	64
4.4.	<i>Determinación de la capacidad antioxidante por ABTS</i>	65
4.5.	<i>Análisis fisicoquímico de la crema fotoprotectora</i>	67
4.5.1.	<i>Crema</i>	67
4.5.2.	<i>Análisis de pH</i>	67
4.5.3.	<i>Análisis del residuo seco</i>	68
4.5.4.	<i>Determinación del Residuo Seco</i>	69
4.5.5.	<i>Prueba de dilución</i>	69
4.5.6.	<i>Prueba de lavado</i>	70
4.5.7.	<i>Prueba de centrifugación</i>	71
4.5.8.	<i>Densidad</i>	71
4.5.9.	<i>Determinación de la densidad</i>	72

4.5.10. <i>Análisis del porcentaje de ceniza</i>	72
4.5.11. <i>Determinación del porcentaje de ceniza</i>	73
4.6. Caracterización Organoléptica de la crema preparada	74
4.7. Características de análisis sensorial	74
4.8. Determinación del factor de protección solar mediante el método de Mansur	74
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
VI. CONCLUSIONES	83
VII. RECOMENDACIONES	84
VIII. REFERENCIAS	85
IX. ANEXOS	91
ANEXO 1: MARCHA FITOQUÍMICA	91
ANEXO 2: ANÁLISIS TAXONÓMICO DEL TOMATITO “ <i>Jaltomata andagarae</i> S. Leiva & Mione”	118
ANEXO 3: CONSTANCIA DE PUBLICACIÓN	119

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Bayas de <i>Jaltomata andagarae</i> (tomatito)	22
Figura 2 Planta <i>Jaltomata andagarae</i> (tomatito) en el cerro <i>Andagarae</i>	24
Figura 3 Extracción sucesiva del material vegetal para la aplicación del tamizaje Fitoquímico	28
Figura 4 Esquema de los ensayos realizados en el extracto de éter etílico	28
Figura 5 Esquema de los ensayos realizados en el extraco etanólico	29
Figura 6 Esquema de los ensayos realizados en el extracto acuoso	29
Figura 7 Reacción del ácido gálico con el reactivo de Folin-Ciocalteu	30
Figura 8 Estrctura de DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante	30
Figura 9 Estructura del ABTS ⁺ antes y después de la reacción con el antioxidante	30
Figura 10 Arbusto de <i>Jaltomata andagarae</i>	34
Figura 11 Planta <i>Jaltomata andagarae</i> (Tomatito) con bayas maduras	39
Figura 12 Recolección de las bayas de la planta <i>Jaltomata</i>	39
Figura 13 Bayas maduras recolectadas de la planta <i>Jaltomata andagarae</i>	40
Figura 14 Bayas de la planta <i>Jaltomata andagarae</i> con exceso de hoojas o tallos	40
Figura 15 Extracción de los excesos de hojas o tallos adheridos algunas bayas	40
Figura 16 Bayas maduras después del tratamiento de limpieza	40
Figura 17 Trituración de las bayas maduras seleccionadas	42
Figura 18 Solución de diclorometano con bayas trituradas de <i>Jaltomata andagarae</i>	42
Figura 19 Solución de etanol con bayas trituradas de <i>Jaltomata andagarae</i>	44
Figura 20 Imágenes de reacciones de precipitación y color en los ensayos de marcha fitoquímica	50
Figura 21 Secado de bayas de la planta <i>Jaltomata andagarae</i>	50
Figura 22 Trituración de las bayas de la planta <i>Jaltomata andagarae</i>	50

Figura 23 Tamizado de las bayas de la planta <i>Jaltomata andagarae</i>	50
Figura 24 Muestra tamizada almacenada	52
Figura 25 Se pesó 1.00 gramo de muestra seca.....	52
Figura 26 Fiola de 25 mL con extracto de la muestra.....	53
Figura 27 Fiola con el extracto antes de refrigerarse a 4°C.....	53
Figura 28 Barrido	54
Figura 29 Barrido	55
Figura 30 Soluciones empleadas en el ensayo ABTS.....	56
Figura 31 Proceso de preparación de la crema fotoprotectora	57
Figura 32 Proceso de determinación de factor de protección (FPS)	59
Figura 37 Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales por el método de Folin - Ciocalteu.....	63
Figura 38 Curva de calibración del trolox para la determinación de capacidad antioxidante por el método DPPH.....	65
Figura 39 Curva de calibración del trolox para la determinación de capacidad antioxidante por el método ABTS	66
Figura 40 Crema fotoprotectora a base de <i>Jaltomata Andagarae</i>	67
Figura 41 Análisis de pH de la crema fotoprotectora	68
Figura 42 Análisis del residuo seco	68
Figura 43 Análisis de prueba de dilución	70
Figura 44 Prueba de dilución	70
Figura 45 Análisis de centrifugación	70
Figura 46 Proceso de la prueba de centrifugación de la crema fotoprotectora.....	70
Figura 47 Proceso de determinación de densidad.....	72
Figura 48 Prueba porcentaje de ceniza	73

Figura 49 <i>Proceso de barrido para determinación del factor de fotoprotección.....</i>	<i>75</i>
Figura 50 <i>Curva de barrido para la determinación del factor de fotoprotección entre el rango de 290 a 320 nm.....</i>	<i>75</i>

INDICE DE TABLA

Tabla 1 <i>Clasificación Taxonómica de Jaltomata andagarae</i>	23
Tabla 2 <i>Componentes para preparar la crema</i>	57
Tabla 3 <i>Resumen de los resultados del estudio fitoquímico</i>	60
Tabla 4 <i>Reacción de Liebermann – Burchard para la identificación de triterpenos y esteroides</i>	61
Tabla 5 <i>Reacción de Fehling</i>	62
Tabla 6 <i>Reacción de FeCl₃</i>	62
Tabla 7 <i>Reacción de Shinoda</i>	62
Tabla 8 <i>Absorbancias del estándar de ácido gálico a 700 nm</i>	63
Tabla 9 <i>Contenido de polifenoles totales en la baya de la planta Jaltomata andagarae</i>	64
Tabla 10 <i>Absorbancias del estándar de trolox a 515 nm</i>	64
Tabla 11 <i>Absorbancias de la muestra a 515 nm</i>	65
Tabla 12 <i>Absorbancias del estándar de trolox a 734 nm</i>	66
Tabla 13 <i>Absorbancias de la muestra a 734 nm</i>	67
Tabla 14 <i>Datos para la determinación del residuo seco</i>	69
Tabla 15 <i>Datos para la determinación del porcentaje de ceniza</i>	73
Tabla 16 <i>Caracterización organolépticas de la crema</i>	74
Tabla 17 <i>Análisis Sensorial de la crema</i>	74
Tabla 18 <i>Absorbancias de la crema fotoprotectora para cada longitus de onda</i>	75
Tabla 19 <i>Constante determinadas por Sayre</i>	76
Tabla 20 <i>Rango de factor de protección sola</i>	76

RESUMEN

Tomatito es el nombre que comúnmente presenta la baya de *Jaltomata andagarae*, esta se encuentra ubicada a una elevación de más de 4000 metros, siendo nativa del cerro Andagara, región La Libertad, Perú y así como en muchas plantas altoandinas no presenta estudios previos en cuanto a las propiedades nutraceuticas que presenta su fruto, los habitantes locales consumen las bayas y mencionan que experimentan un sabor agradable al consumirlas, mejorando su estado de ánimo y para respaldar científicamente su consumo, se realizó un análisis fitoquímico a las bayas identificándose diversos metabolitos secundarios. Se cuantificó los polifenoles totales con el reactivo de Folin-Ciocalteu la cual presentó $412,1 \pm 1,60$ mg/Eq de ácido gálico/100 gramos de muestra. También se evaluó la actividad antioxidante de las bayas por el método ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) y DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) encontrándose una considerable capacidad antioxidante equivalente trolox (TEAC, por sus siglas en ingles) de $51,69 \mu\text{mol ET/g}$ muestra y $107,68 \mu\text{mol ET/g}$ muestra, respectivamente, todos estos hallazgos sugieren que la baya podría considerarse un alimento nutraceutico que contribuiría en la salud de los seres humanos. Se elaboró y caracterizó la crema fotoprotectora para lo cual se obtuvieron 150 g de crema elaborada, con un valor de pH igual a 6.0, análisis de residuo seco del 82.72 %, una densidad de 0.706 g/ml, un porcentaje de ceniza del 0.66 %. Sus características sensoriales de la crema presentaron un color amarillo-crema, un olor característico a la baya *Jaltomata andagarae*, un aspecto homogéneo, consistencia y textura suaves. Además, sus características sensoriales presentaron características aceptables del producto a base de la baya *Jaltomata andagarae* . El factor de protección de la crema elaborada a base de la baya *Jaltomata andagarae* tuvo un valor de 3, correspondiente a un rango mínimo.

Palabras clave: *Jaltomata andagarae*, polifenoles, actividad antioxidante, factor de protección.

ABSTRACT

Tomatito is the name commonly given to the *Jaltomata andagarae* berry, which is located at an elevation of more than 4000 meters, being native to the Andagara hill, La Libertad region, Peru, and as with many high Andean plants, there are no previous studies on the nutraceutical properties of its fruit, local inhabitants consume the berries and mention that they experience a pleasant taste when consuming them, improving their mood and to scientifically support their consumption, a phytochemical analysis of the berries was carried out, identifying various secondary metabolites. Total polyphenols were quantified with the Folin-Ciocalteu reagent, which showed 412.1 ± 1.60 mg/Eq of gallic acid/100 grams of sample. The antioxidant activity of the berries was also evaluated by the ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin)-6-sulfonic acid) and DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) method, and a considerable trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC, (TEAC) of $51.69 \mu\text{mol ET/g}$ sample and $107.68 \mu\text{mol ET/g}$ sample, respectively, all these findings suggest that the berry could be considered a nutraceutical food that would contribute to human health. The photoprotective cream was elaborated and characterized for which 150 g of elaborated cream were obtained, with a pH value equal to 6.0, dry residue analysis of 82.72 %, a density of 0.706 g/ml, an ash percentage of 0.66 %. Its sensory characteristics of the cream presented a yellow-cream color, a characteristic smell of the *Jaltomata andagarae* berry, a homogeneous aspect, smooth consistency, and texture. Furthermore, its sensory characteristics presented acceptable characteristics of the *Jaltomata andagarae* berry-based product. The SPF of the *Jaltomata andagarae* berry-based cream had a value of 3, corresponding to a minimum range.

Key words: *Jaltomata andagarae*, polyphenols, antioxidant capacity, protection factor.

I. INTRODUCCIÓN

El estilo de vida de la población con el paso de los años ha sufrido cambios y estos cambios han ayudado a que vayan en aumento enfermedades como las cardiovasculares, el cáncer y la diabetes, que resultan ser degenerativas, convirtiéndose en preocupaciones alarmantes de las autoridades de salud a nivel mundial, puesto que constituyen aproximadamente el 60% de muertes en el mundo y esto se debe porque existe un incremento por ejemplo del estrés oxidativo debido al bajo consumo de antioxidantes y esto podría evitarse con ejercicio, una dieta saludable y rica en antioxidantes, lamentablemente en el Perú el 89% de los peruanos no consume una dieta que garantice la ingesta diaria necesaria de antioxidantes recomendada por la OMS. (Barba, 2018)

También se ha descubierto problemas que se encuentran relacionados con los radicales libres, el estrés oxidativo, los antioxidantes y las especies que reaccionan con el oxígeno, los cuales se encuentran vinculados a patologías que se presentan en los individuos como cataratas, aterosclerosis, carcinogénesis, hipertensión y accidentes cerebrovasculares. (Coronado et al., 2015)

Además, el aumento del estrés oxidativo generalmente agudiza síntomas graves causados por el por el SARS-CoV-2 como los procesos inflamatorios, ante ello se ha observado que los antioxidantes reducen este aumento del estrés oxidativo, puesto que los pacientes críticos con (SARS-CoV-2) por lo general la concentración de antioxidantes es reducida. Por lo tanto, los antioxidantes por su capacidad antiviral, sus propiedades antiinflamatorias y fortalecimiento del sistema inmunológico ayudarían a esta clase de pacientes con comorbilidades. (Muhammad et al., 2021)

Otro problema importante a nivel mundial es el calentamiento global y el Perú no es ajeno a este problema, pues como consecuencia se observa el aumento de la radiación solar en

la corteza terrestre y esto causa a las personas muchas enfermedades en la piel, debido a una sobre exposición solar que puede causar problemas en los ojos, arrugas, manchas en la piel y hasta cáncer a la piel. (Sordo y Gutiérrez, 2013).

Teniendo en cuenta usos potenciales para prevenir enfermedades crónico-degenerativas, prevenir infecciones crónicas por el (SARS-CoV-2) y poder elaborar una crema fotoprotectora natural para prevenir enfermedades causadas por los rayos solares. Además de su accesible costo, fácil disponibilidad de las bayas de *Jaltomata andagarae* y debido a la ausencia de trabajos de investigación con respecto a sus fitoconstituyentes por ser esta una nueva especie, se manifiesta el interés de ejecutar esta investigación.

1.1. Descripción y formulación del Problema

1.1.1. Formulación del problema

3.5.6.1. Problema General

¿Cuáles serán los fitoconstituyentes presentes en el extracto etanólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* que le otorguen capacidad antioxidante, además cual será la actividad fotoprotectora de la crema preparada a partir de dicho extracto?

3.5.6.2. Problemas Específicos

¿Se podrá realizar el estudio fitoquímico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* por acción extractiva de solventes de polaridad creciente?

¿En qué medida se podrá cuantificar la concentración de polifenoles totales del extracto alcohólico de la baya de la *Jaltomata andagarae* por el método Folin-Ciocalteu empleando espectroscopia UV VIS?

¿Se podrá analizar la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* frente al 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH)?

¿Se podrá analizar la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* frente al ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS)?

¿En qué medida se podrá preparar y caracterizar la crema fotoprotectora obtenida a partir del extracto etanólico de las bayas de la planta *Jaltomata andagarae*?

1.2. Antecedentes

Si bien no existe antecedentes reportados para la *Jaltomata andagarae*, tomaremos antecedentes reportados de las plantas de diferentes especies, pero pertenecientes al mismo género *Jaltomata* y familia Solanaceae.

En la investigación de Gaspar y Jiménez (2015) en su investigación denominada “Estudio fitoquímico y capacidad antioxidante in vitro del fruto fresco de *Jaltomata ventricosa*”, donde se demostró que el fruto en estudio “*Jaltomata ventricosa*” es abundante en fitoconstituyentes, por medio de una marcha fitoquímica se encontraron lípidos, catequinas, compuestos triterpénicos, azúcares reductores, esteroides, sustancias fenólicas, flavonoides, taninos, mucílagos, aminoácidos, antocianidinas y alcaloides cuaternarios. Además, las bayas presentan un valor de 319.26 mg de equivalente de ácido gálico por cada gramo de muestra. También estos investigadores reportan que las bayas frescas presentan una capacidad antioxidante que se asemeja al ácido ascórbico estándar con un valor de IC50 de 42.51 y 34.75 µg/mL respectivamente.

También según la investigación realizada por Orbegoso (2022) denominada: “Características farmacognósticas de las hojas y fruto de *Jaltomata ventricosa* (Baker) Mione y cuantificación de ácido ascórbico en fruto fresco”. Preliminarmente se identificó, por medio del tamizaje fitoquímico de las hojas de “*sogorome*” y del fruto fresco, la presencia de flavonoides, triterpenos, azúcares reductores, compuestos fenólicos, taninos y alcaloides. Se

concluye en el reporte final que la cantidad de vitamina C hallada en 100 gramos de “*Jaltomata ventricosa* (Baker) Mione” específicamente del fruto seco fue de 14.8 mg.

Además, Mendoza et al. (2016) en su investigación denominada: “Capacidad antioxidante del fruto silvestre pipisco (*Jaltomata procumbens*), y su aplicación en la preparación de una salsa”, se encontró por ejemplo que en la baya de la planta *Jaltomata procumbens* (nativa de México) esta contenía una alta capacidad antioxidante incluso mayor al aguaymanto *Physalis peruviana*. Por otro lado, Medina et al. (2007) en su investigación denominada: “Revisión de flavonoides identificados en el género *Physalis* (Solanaceae), su capacidad antioxidante e importancia como marcadores químicos”, concluyen que las especies del género *Physalis* sintetizan cantidades importantes de flavonoides acumulados en los diferentes tejidos, entre ellos derivados glicósidos de quercetina, kaempferol y ácidos fenólicos, los cuales presentan capacidad como antioxidantes.

También se demostró en el estudio realizado por Wollenweber et al. (2005) denominado: “Chemodiversity of Surface Flavonoids in Solanaceae”, que la planta *Jaltomata edulisen* contiene quercetina 3-O-rhamnoglucosidado que es un tipo de flavonol. La quercetina está asociada a una alta capacidad antioxidante por lo tanto esta referencia nos da una sospecha que en nuestra planta de nueva especie *Jaltomata andagarae* podría también haber un tipo de flavonol asociándolo así a una alta capacidad antioxidante.

En las investigaciones reportadas para plantas de la misma familia, se observa la relación entre los polifenoles y antioxidante como la investigación realizada por De la Vega et al. (2019) denominada: “Deshidratado de *Physalis peruviana* L. en dos Estados de Madurez y su Efecto sobre el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante, Carotenos, Color y Ácido Ascórbico”. En la investigación se concluye que la cantidad de polifenoles totales como la capacidad antioxidante, ácido ascórbico, carotenos y color del fruto se degradan en

mayor intensidad cuando se someten a procedimientos que involucran el uso de la estufa, además se demostró una disminución del ácido ascórbico y de polifenoles totales; con respecto a los carotenos y la capacidad antioxidante, se evidenció un incremento a medida que el fruto madura, por lo cual concluye en que el sinergismos entre los componentes bioactivos dan como resultado la capacidad antioxidante.

En el estudio realizado por Aparcana y Villarreal (2014) denominada: “Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú”, demostraron en sus resultados una directa relación entre la capacidad antioxidante evaluado por el método DPPH y los compuestos fenólicos analizados por el método Folin-Ciocalteu.

Además, en el estudio realizado por Zavaleta (2021) denominada: “Caracterización morfológica, fisicoquímica y organoléptica del *Jaltomate sp (mushaño)* en Chachapoyas, Amazonas” Se concluye que se debe considerar investigaciones de valor con respecto al fruto estudiado por su alta capacidad antioxidantes los cuales resultan beneficiar en la salud, considerando también las propiedades organolépticas que al consumidor atraen.

Otro punto importante es entender lo relevante que es el uso de crema fotoprotectora para el cuidado de la piel en los seres humanos y es por eso por lo que la elaboración de crema fotoprotectora a base de extractos de productos naturales como lo son: frutos, tallos, hojas, raíces, etc. Toma una importancia mucho más relevante cada día.

Y es así como la investigación con Castro (2020) denominada: “Estudio fitoquímico del liquen *Everniopsis trulla* y preparación de una crema protectora solar a base de quitosano con el extracto del liquen”. Nos demuestra que la elaboración de crema fotoprotectora utilizando liquen y extractos naturales nos dan propiedades antioxidantes con un IC50 considerable, teniendo como resultados para el análisis de fenoles totales con un valor de 50.5

mg de ácido gálico por gramo y de capacidad antioxidante de 10 mg/L como valor de IC50. Además de poseer propiedades cicatrizantes, lo cual les da valor agregado adicional a las propiedades antioxidantes ya mencionadas. En conclusión, los resultados de esta investigación demostraron que la crema fotoprotectora es apta para su uso.

También se observa que la investigación realizada por Tito (2019) denominada: “Evaluación comparativa de la capacidad antioxidante del fruto liofilizado de *Solanum betaceum cav.* (tomate de árbol) variedades rojo, amarillo y rojo-morado; y formulación de una crema antioxidante”. Tiene como principal objetivo realizar una crema antioxidante basándose en 3 variedades del fruto liofilizado de *Solanum betaceum Cav* (Tomate de árbol) de las variedades rojo, rojo púrpura y amarillo. La capacidad antioxidante se midió por el método de DPPH, obteniendo resultados alentadores con respecto al potencial antioxidante de la crema, entre los tres tipos estudiados, el extracto rojo-morado presentó un valor de IC50 de 1101.82µg /mL, con respecto al estándar de Ácido Ascórbico con valor de IC50 de 29.77 µg/mL. Se concluye que el producto formulado del extracto de fruto rojo púrpura presenta una óptima actividad antioxidante. Por lo tanto, podemos observar que los extractos de frutos naturales son de mucha importancia para la elaboración de cremas antioxidantes y fotoprotectoras.

Finalmente, en la investigación de Zorrilla (2023) titulado “Análisis liquenoquímico de la *Psiloparmelia sp* y la preparación de una crema fotoprotectora”. Su capacidad antioxidante presentó un valor de 2,3 mg Acido Ascórbico por gramo de producto; en la evaluación de compuestos fenólicos se obtuvo un valor de 12,6 mg Acido Gálico por gramo de producto. El producto final de la crema fotoprotectora presentó un olor propio con una coloración beige y resulto ser una muestra muy homogénea con un valor de pH de 6,5, una textura aceptable y consistencia suave. Con respecto al residuo seco se obtuvo un 21,35%, y por último, el valor del FPS fue de un rango bajo según la ecuación de Mansur, un valor de 1,5 del extracto del liquen en un rango mínimo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Realizar el análisis de los fitoconstituyentes, la capacidad antioxidante y elaborar una crema fotoprotectora del extracto etanólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae*.

1.3.2. Objetivos Específicos

Realizar el estudio fitoquímico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* por acción extractiva de solventes de polaridad creciente.

Cuantificar la concentración de polifenoles totales del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* por el método Folin-Ciocalteu empleando espectroscopia UV VIS.

Analizar la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* frente al 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH).

Analizar la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* frente al ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS)

Elaborar y caracterizar la crema fotoprotectora obtenida con el extracto etanólico de las bayas de la planta *Jaltomata andagarae*.

1.4. Justificación

Ante la ausencia de un estudio fitoquímico por ser esta una especie nueva, entonces existe una necesidad de realizar un estudio fitoquímico a las bayas de la planta *Jaltomata andagarae* (Nativa de Perú) dado que esta fruta se consume, conocer las bondades de este fruto ayudaría a favorecer y promover su consumo, puesto que el conocer la composición de su riqueza en metabolitos secundarios contribuiría a impulsar su cultivo y consumo, dado que las bayas de plantas del mismo género y familia han reportado tener un considerable potencial

nutracéutico y antioxidante, se espera obtener resultados similares que ayudarían a darle un valor agregado al consumo de las bayas de la *Jaltomata andagarae* ya que podría ayudar a la conservación de la salud respecto a enfermedades, además podemos emplear la baya de la planta *Jaltomata andagarae* para elaborar cremas fotoprotectoras que ayudarían a conservar la salud de las personas y prevenir potenciales enfermedades solares que afecten a la piel.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

H₁: La baya de la planta *Jaltomata andagarae* contiene fitoconstituyentes con capacidad antioxidante.

1.5.2. Hipótesis específicas

H₁. Las bayas de la planta *Jaltomata andagarae* contienen fitoconstituyentes presentes en solventes de polaridad creciente.

H₂. Las bayas de la planta *Jaltomata andagarae* contienen Polifenoles totales.

H₃. Las bayas de la planta *Jaltomata andagarae* presentan capacidad antioxidante frente al 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH).

H₄. Las bayas de la planta *Jaltomata andagarae* presentan capacidad antioxidante frente al ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS).

H₅. Es posible elaborar y caracterizar una crema fotoprotectora obtenida del extracto etanólico de las bayas de la planta *Jaltomata andagarae*.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Jaltomata andagarae* (Tomatito)

Figura 1

Bayas de Jaltomata andagarae (tomatito)



Origen de *Jaltomata andagarae*

El tomatito se encuentra en el norte del Perú como una especie nueva. La planta *Jaltomata andagarae* es específica del cerro Andagara, el cual se encuentra ubicado en el distrito Santiago de Chuco, provincia Santiago de Chuco, a los 8°18'11,7" S y 78°23'17,4" W de la región La Libertad, Perú, a una altura de 4000 metros de elevación sobre el nivel del mar. Florece y fructifica en los meses de febrero hasta los meses de abril o mayo, aunque esto puede variar y verse afectado por las lluvias temporales sobre la zona, es en el rango de estos meses donde se puede encontrar con mayor probabilidad las bayas de la planta *Jaltomata andagarae*, donde las bayas maduras presentan una coloración anaranjada, y son muy apreciadas por la población local, por ejemplo, en su gran mayoría las frutas son consumidas por los niños, por ser frescas y muy agradables al paladar (Leiva et al., 2019).

Clasificación taxonómica

La planta *Jaltomata andagarae* (Tabla 1) es una especie psicrófila, por la capacidad que tiene de crecer a temperaturas bajas o en lugares fríos como es el cerro Andagara (Figura 2), además es rupícola porque crece entre grandes rocas en laderas de pajonales, otras cualidades que posee es la de ser heliófila, es decir, esta planta para su supervivencia necesita luz solar de forma abundante, además de suelos húmedos con abundantes nutrientes por ser una especie eutrofa. La extensión de su área de distribución es de un radio que no exceda los 100 km² en la cumbre del monte cerro Anadaraga (cerca de Uningambal). Esta es la única localidad en la que se ha realizado este estudio (Leiva et al., 2019).

Tabla 1

Clasificación Taxonómica de Jaltomata andagarae

Reino	Vegetal
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Jaltomata</i>
Especie	<i>andagarae</i> S. Leiva & Mione
Nombre común	Tomatito

Nota. Tomado de Leiva et al. (2019).

Figura 2

Planta Jaltomata andagarae (tomatito) en el cerro Andagarae



2.1.2. Radicales libres (RL)

Pueden ser moléculas que presenten un electrón o varios en su capa electrónica exterior se encuentren desapareados, estos electrones originan en la molécula una gran inestabilidad, como consecuencia los lleva a capturar electrones de otras moléculas, ocasionando que estas últimas se oxiden de manera que generen una nueva cadena de moléculas reactivas e inestables.

Los orbitales son regiones de las moléculas y de los átomos que ocupan los electrones, y estos orbitales solo pueden como máximo contener dos electrones. Se denomina radical libre cuando se encuentra un solo electrón en un orbital externo. Son generalmente muy reactivos estos radicales libres y buscan con desesperación hacerse estables, para lo cual tienen que completar su par electrónico, lo cual se logra entre dos radicales por medio de una reacción, donde se sustrae un electrón de otra molécula, por lo tanto, esta última se convertirá entonces en un radical (propagación), siendo este mecanismo el de mayor peligro ya que puede desencadenar reacciones en cadena (Korc et al., 1995).

2.1.3. Estrés oxidativo (EO)

El estrés oxidativo es el aumento en la concentración de radicales libres que se generan en la oxidación en exceso generado entre su neutralización por el mecanismo antioxidante interno (conjunto de enzimas y proteínas que el cuerpo produce para protegerse de las moléculas inestables) en el organismo y la velocidad de formación en desbalance, ocasionando daños celulares severos. En la degeneración celular el responsable es el estrés oxidativo, debido a que los radicales libres pueden crear reacciones con lípidos, ADN y proteínas, produciendo un deterioro celular permanente en milisegundos que puede ocasionar el deterioro del tejido y por último a la desintegración celular (Delgado et al., 2010).

Se vincula con la patogénesis de múltiples enfermedades humanas, aunque aún se desconoce si es la causa o el producto de dichas enfermedades. Los antioxidantes también se utilizan ampliamente como elementos en suplementos nutricionales con la finalidad de mantener la salud y evitar enfermedades. Aunque algunos estudios sugieren que tienen ventajas para la salud, otros ensayos clínicos de gran magnitud no muestran ningún beneficio para las formulaciones verificadas y el exceso de suplementación puede ser dañino (Viada et al., 2017).

2.1.4. Antioxidantes

Los antioxidantes son tipos de moléculas que tienen la capacidad de prevenir la oxidación de otras moléculas, por lo tanto, resulta ser en la neutralización de los radicales libres sumamente eficaz, debido a la estabilización e interacción de especies reactivas. Pueden ser de origen interno los antioxidantes (principalmente de naturaleza enzimática como el glutatión peroxidasa, catalasa, así como otros más, que en productos no tóxicos transforman estos radicales libres) o externo que por parte de la dieta son aportaciones de moléculas antioxidantes, que neutralizan en los radicales libres, los efectos oxidantes.

Se pueden tomar en cuenta debido a su mecanismo de acción, principalmente dos categorías de antioxidantes (primarios y secundarios), los antioxidantes de primera categoría son aquellos que en la reacción llevado a cabo en la cadena de la oxidación ocasionan una ruptura, por medio de la transferencia de hidrógeno y la formación de radicales de mayor estabilidad, pero los antioxidantes de segunda categoría son aquellos que generan el retardo de la oxidación a través de otros procesos como la quelación de metales, la regeneración de la descomposición de hidroperóxidos antioxidantes primarios y la eliminación de oxígeno (Rojano, 1997).

2.1.5. *Compuestos fenólicos*

Los polifenoles o compuesto fenólicos provienen de las plantas, específicamente del metabolismo secundario, son compuestos químicos que presentan como mínimo un anillo aromático que presenta enlaces al menos un grupo hidroxilo, lo que les confiere una tendencia a ser solubles en agua ya que son relativamente polares, los cuales son detectados fácilmente por una intensa coloración verde, azul, púrpura o negro, las cuales se originan cuando se les adiciona una solución alcohólica o acuosa de cloruro férrico, debido a su aromática naturaleza, en la región UV presentan intensa absorción (Lock, 1994)

Actúan como fitoalexinas (las plantas heridas liberan fenoles para protegerse de potenciales ataques de hongos o bacterias) y aportan a la coloración de diversas partes de la planta (por ejemplo, los antocianos son los encargados del color rojo, naranja, azul, púrpura o violeta que hallamos en las pieles de frutas y vegetales). En cambio, cuando los fenoles son oxidados, resultan en quinonas que otorgan un tono pardo que a menudo resulta inadecuado (Creus, 2004).

2.1.6. Estudio fitoquímico

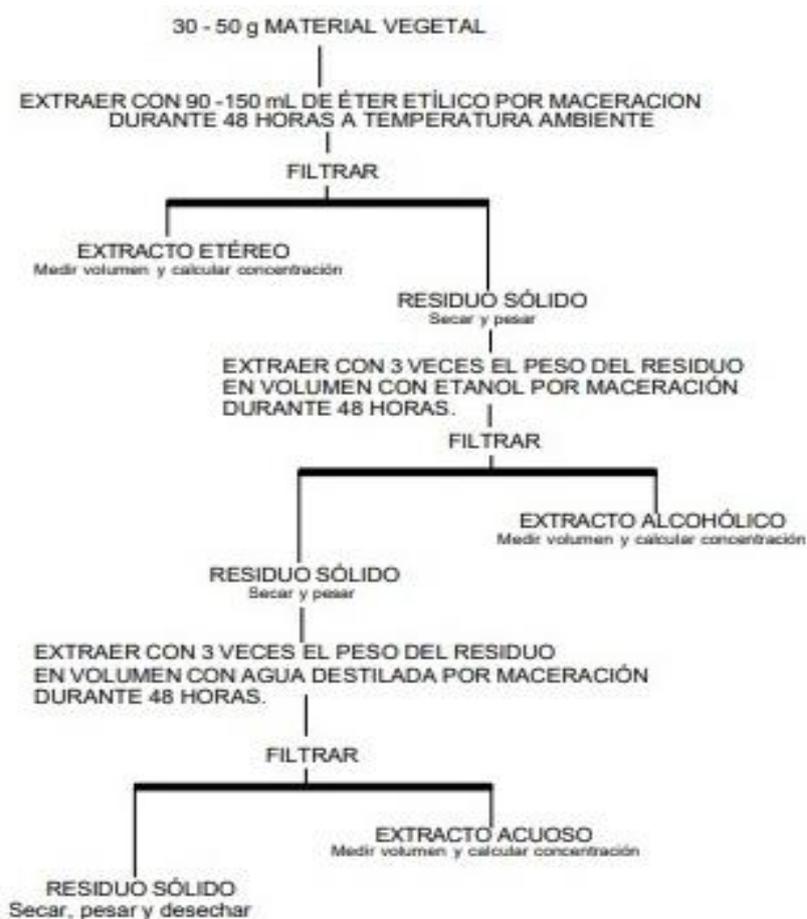
Estos análisis se realizan mediante reacciones que se distinguen por su selectividad para clases o conjuntos de compuestos, sencillos y rápidas, detectan la mínima cantidad posible.

La aplicación de la técnica de tamizaje o estudio fitoquímico se realiza en el material vegetal fresco, seco o en forma de extracto blando o seco. En la investigación realizada por Miranda (2002), se realizó según el esquema tres extracciones sucesivas (Figura 3), luego en cada extracto obtenido se procede a realizar los ensayos de acuerdo con los esquemas de la Fig. 4, 5 y 6. Cada uno de los ensayos presentó distintos tipos de identificación mediante coloración, precipitación u otros, que en su mayoría son selectivos para identificar los fitoconstituyentes de la muestra.

Han demostrado ser un método adecuado para la identificación de metabolitos secundarios asociados a actividades biológicas intrigantes. Es imprescindible un estudio fitoquímico inicial para confirmar la existencia de alcaloides y flavonoides, taninos, naftas y/o antraquinonas, esteroides y/o triterpenoides, lactonas terpénicas, cumarinas y compuestos cardioactivos de acuerdo con la metodología Sanabria (Sanabria-Galindo et al., 1997).

Figura 3

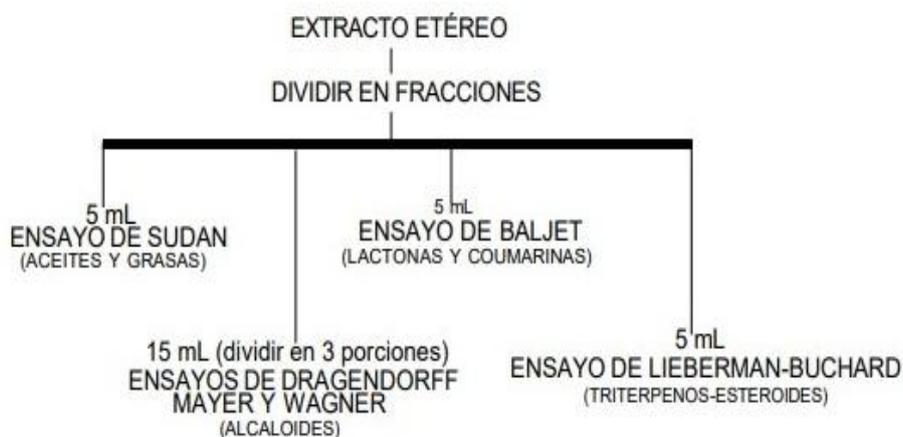
Extracción sucesiva del material vegetal para la aplicación del Tamizaje Fitoquímico



Nota. Tomado de Miranda, 2002, p.17.

Figura 4

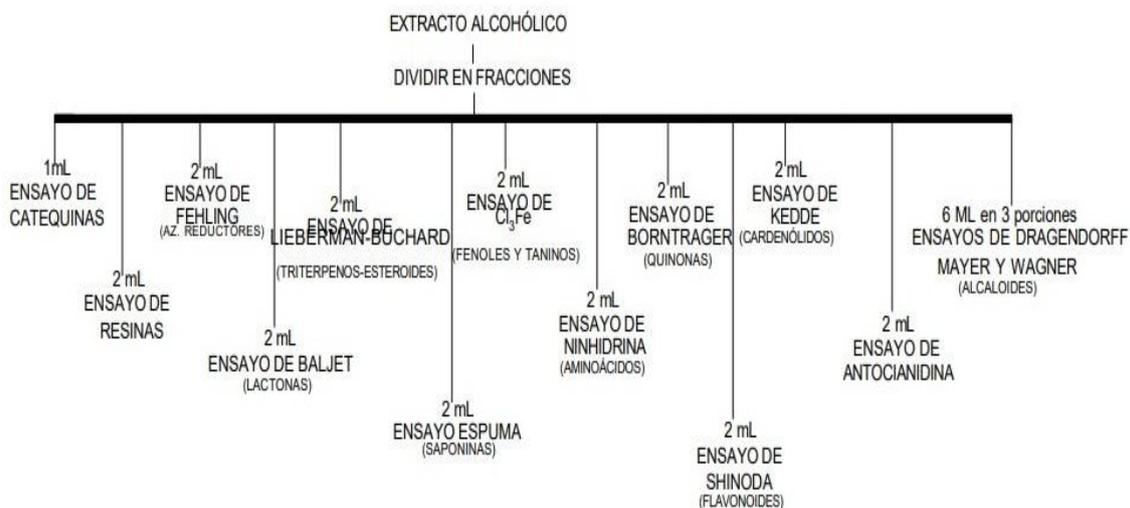
Esquema de los ensayos realizados en el extracto de éter etílico



Nota. Tomado de Miranda, 2002, p.18.

Figura 5

Esquema de los ensayos realizados en el extracto alcohólico



Nota. Tomado de Miranda, 2002, p.18.

Figura 6

Esquema de los ensayos realizados en el extracto acuoso



Nota. Tomado de Miranda, 2002, p.19.

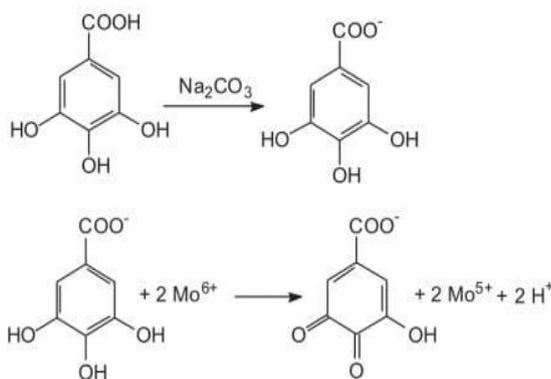
2.1.7. Cuantificación de polifenoles totales

La cuantificación de polifenoles totales usando el reactivo de Folin-Ciocalteu, se basa en la capacidad que tienen las sustancias fenólicas para reaccionar con el reactivo de Folin-Ciocalteu, cuyo componente principal es el ácido fosfomolibdotúngstico, en el cual se

encuentra en un estado de oxidación VI el molibdeno, con un color amarillo característico, que un medio básico cuando es reducido por los compuestos fenólicos (figura 7), se forma un complejo el cual presenta una coloración azul intenso, debido al cambio del estado de oxidación de VI a V; pudiéndose determinar espectrofotométrica a 760 nm. (Aparcana y Villarreal, 2014). Cabe mencionar que el reactivo de Folin-Ciocalteu es una combinación de molibdato sódico y wolframato sódico en H_3PO_4 (ácido fosfórico), presentando un característico color amarillo, el cual, al ser reducido debido a los grupos fenólicos, permite la generación de un compuesto de color azul (Tito, 2019).

Figura 7

Reacción del ácido gálico con el reactivo de Folin-Ciocalteu



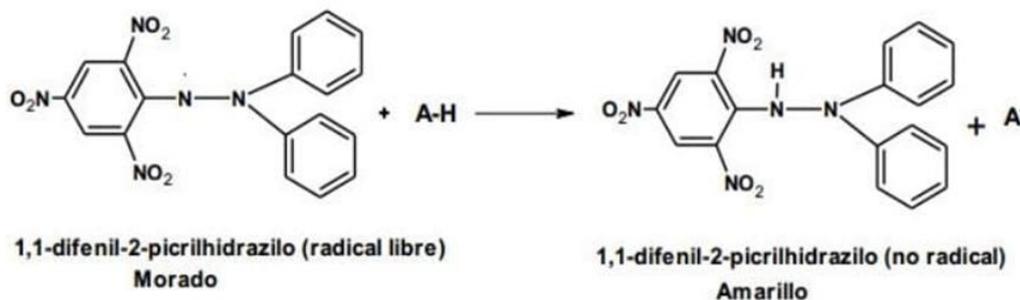
Nota. Tomado de Aparcana y Villarreal, 2014, p.32.

2.1.8. Método de captación de radical DPPH

Consiste en que presente un electrón no apareado este radical, lo que le confiere un color azul-violeta, pasando a un color amarillo pálido por reaccionar con una sustancia antioxidante (figura 8), espectrofotométricamente a 517nm, la absorbancia es medida. Por consiguiente, la diferencia de absorbancia permite obtener la captación de radicales libres en porcentajes (Castañeda, 2008). Además, los resultados se pueden expresar como mg/Equivalentes de vitamina C o trolox (al compararse con cualquiera de estos estándares), coeficiente de inhibición (IC50) y % de captación (Brand-Williams et al., 1995).

Figura 8

Estructura de DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante



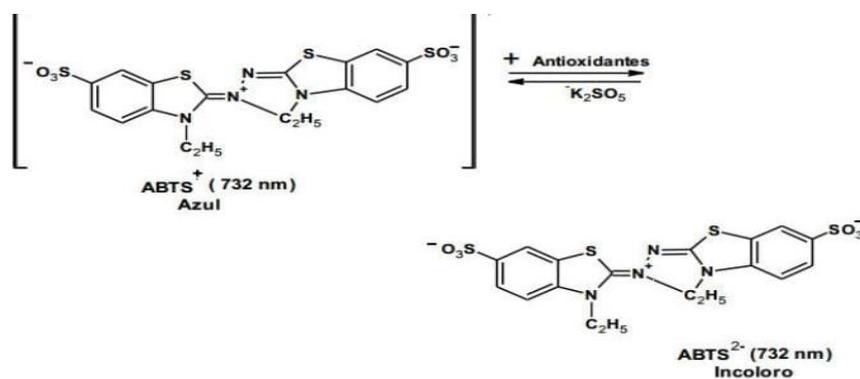
Nota. Tomado de Aparcana y Villarreal, 2014, p.34.

2.1.9. Método de captación del radical ABTS

Viene a ser la capacidad para lograr estabilizar el radical catión coloreado ABTS de un antioxidante, el cual presenta un color intenso verde –azul, el radical generado anteriormente ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico) por la oxidación mediante mioglobina, persulfato de potasio y peróxido de hidrógeno. Además, en la medición de los compuestos de interés con capacidad antioxidante, éstos reaccionan con el catión radical, donde se observar la disminución de la intensidad de color (Miller et al., 1993).

Figura 9

Estructura del ABTS⁺ antes y después de la reacción con el antioxidante



Nota. Tomado de Aparcana y Villarreal, 2014, p.36.

2.1.10. Cremas Fotoprotectoras

Son consideradas formulaciones semisólidas que poseen en una base adecuada una o más sustancias activas disueltas, generalmente esta es una emulsión o/w, o microcristalina dispersión acuosa de ácidos grasos que presentan una larga cadena, o alcoholes solubles con agua, ampliamente utilizados en la industria estética y cosmética. Las cremas a base de emulsiones presentan complejas formulaciones en comparación con los preparados semisólidos que se aplican tópicamente y son las más usadas comercialmente. Contienen agentes emulsionantes agua y aceite, por lo cual, se pueden solubilizar en ella sustancias liposolubles e hidrosolubles (Casas 2015, Carzola 2013).

2.1.11. Índice de Fotoprotección

El factor o índice de protección solar (FPS), es un factor cuya definición es el tiempo que se permite hasta que surja el eritema en contacto a la radiación. El índice de foto protección principalmente varía según el tipo de piel de cada persona. Debido a que varía de un individuo a otro la concentración de melanina en los melanocitos. (Castro y Álvarez, 2019)

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación en estudio fue de tipo experimental, cuantitativo y aplicada. Sobre el contenido de compuestos presentes (marcha fitoquímica) en la baya de la planta *Jaltomata andagarae*, se recopiló información. El que sirvió como referencia en los ensayos de laboratorio para su análisis químico de la baya, con la finalidad de cuantificar algunos valores (capacidad antioxidante y compuestos fenólicos) y brindar nueva información sobre la producción de una crema fotoprotectora a partir del extracto etanólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae*, que pueda servir como fuente de información para futuros estudios.

3.2. Ámbito temporal y espacial de la investigación

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal en la ciudad de Lima y en el Laboratorio de Productos Naturales, el cual se encuentra ubicado en la Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la ciudad de Lima durante los meses de junio del año 2023 a junio del año 2024.

3.3. Variables

Variable independiente: Los fitoconstituyentes que presenta la baya de la planta *Jaltomata andagarae*.

Variable dependiente: La capacidad antioxidante y factor de protección solar de la crema fotoprotectora.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

En 100 km² aproximadamente se encontró una población de 25 arbustos maduros de planta *Jaltomata andagarae* ubicado en la provincia de Santiago de Chuco, en la región La libertad.

Se observa un arbusto maduro de *Jaltomata andagarae* con bayas en buen estado de maduración (figura 10).

Figura 10

Arbusto de Jaltomata andagarae



3.4.2. Muestra

Se utilizó para los análisis 250 gramos de fruto (baya) recolectados de varios arbustos maduros y el muestreo que se realizó, fue de tipo probabilístico (al azar) teniendo en cuenta su maduración.

3.5. Instrumentos

3.5.1. *Marcha fitoquímica*

3.5.1.1. Reactivos utilizados en la marcha fitoquímica.

- Colorante Sudan III
- Ácido clorhídrico concentrado
- Reactivo de Dragendorff
- Reactivo de Mayer
- Reactivo de Wagner
- Reactivo de Baljet
- Hidróxido de sodio
- Anhídrido acético
- Ácido sulfúrico concentrado
- Carbonato de sodio
- Reactivo de Fehling
- Tricloruro férrico al 5%
- Ninhidrina al 2%
- Cinta de magnesio metálico
- Alcohol amílico
- Reactivo de Kedde

3.5.1.2. Equipos para marcha fitoquímica.

- Balanza Analítica (EUROTECH)
- Espectrofotómetro (GENESYS 10S UV – VIS)
- Licuadora
- Bomba al vacío
- Refrigeradora

3.5.1.3. Solventes para marcha fitoquímica.

- Agua destilada
- Etanol absoluto
- Etanol 96°
- Diclorometano

3.5.2. Polifenoles Totales**3.5.2.1. Reactivos utilizados en el ensayo de polifenoles totales**

- Ácido Gálico
- Reactivo Folin Ciocalteu (Sigma Aldrich)
- Carbonato de sodio

3.5.2.2. Equipos utilizados en el ensayo de polifenoles totales

- Balanza Analítica (EUROTECH)
- Espectrofotómetro (GENESYS 10S UV – VIS)
- Ultrasonido
- Refrigeradora

3.5.2.3. Solventes utilizados en el ensayo de polifenoles totales

- Agua destilada
- Metanol absoluto
- Ácido acético
- Etanol 96°

3.5.3. Capacidad antioxidante por el método DPPH**3.5.3.1. Reactivos utilizados en el ensayo de capacidad antioxidante DPPH**

- 1,1 – difenil – 2 – picryhidrazil [DPPH*](Aldrich)
- Trolox (Aldrich)

3.5.3.2. Equipos utilizados en el ensayo de capacidad de antioxidante DPPH

- Balanza Analítica (EUROTECH)
- Espectrofotómetro (GENESYS 10S UV – VIS)
- Ultrasonido
- Refrigeradora

3.5.3.3. Solventes utilizados en el ensayo de capacidad antioxidante DPPH

- Agua destilada
- Etanol 96°C
- Metanol absoluto
- Ácido acético

3.5.4. Capacidad antioxidante por el método ABTS**3.5.4.1. Reactivos utilizados en el ensayo de capacidad antioxidante ABTS**

- ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS)
- Trolox (Sigma –Aldrich, USA)
- Persulfato de potasio

3.5.4.2. Equipos utilizados en el ensayo de capacidad antioxidante ABTS

- Espectrofotómetro (GENESYS 10S UV – VIS)
- Ultrasonido
- Refrigeradora
- Balanza Analítica (EUROTECH)

3.5.4.3. Solventes utilizados en el ensayo de capacidad antioxidante ABTS

- Agua destilada
- Etanol 96°C
- Metanol absoluto
- Ácido acético

3.5.5. Crema fotoprotectora

3.5.5.1. Reactivos utilizados en la elaboración de la crema fotoprotectora

- Lanette SK
- Alcohol cetílico
- Vaselina líquida
- Cetiol V
- Trietanolamina
- Propilenglicol
- Nipagin
- Quitosano al 1% en ácido acético

3.5.5.2. Equipos utilizados en la elaboración de la crema fotoprotectora

- Balanza Analítica (EUROTECH)
- Espectrofotómetro (GENESYS 10S UV – VIS)
- Ultrasonido
- Refrigeradora
- Homogeneizador para cremas
- Plancha de calentamiento

3.6. Procedimientos

3.6.1. Obtención de la droga vegetal a partir de la *Jaltomata Andagarae*

3.6.1.1. Recolección, selección y clasificación taxonómica de *Jaltomata Andagarae*. Se recolectó el fruto de la especie *Jaltomata andagarae* a fines del mes de mayo del año 2023 en el departamento de la Libertad, en la provincia de Santiago de Chuco, en el cerro Andagara (Figura 11 y 12).

Figura 11

Planta Jaltomata andagarae (Tomatito) con bayas maduras

**Figura 12**

Recolección de las bayas de la planta Jaltomata.



Un ejemplar de la planta *Jaltomata andagarae* fue trasladado al museo de historia natural de la UNMSM para su respectiva clasificación taxonómica (ANEXO 1).

Las bayas maduras fueron recolectadas en un recipiente plástico hermético (figura 13) y trasladadas al laboratorio de química de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la UNFV en Lima.

Figura 13

Bayas maduras recolectadas de la planta Jaltomata andagarae



3.6.1.2. Tratamiento de la muestra vegetal. En el laboratorio se hizo el tratamiento de limpieza de las bayas recolectadas (figura 14), el cual consistió en dos fases la primera fase fue retirar de forma manual parte de los excesos de hojas o tallos adheridos en algunas bayas (figura 15).

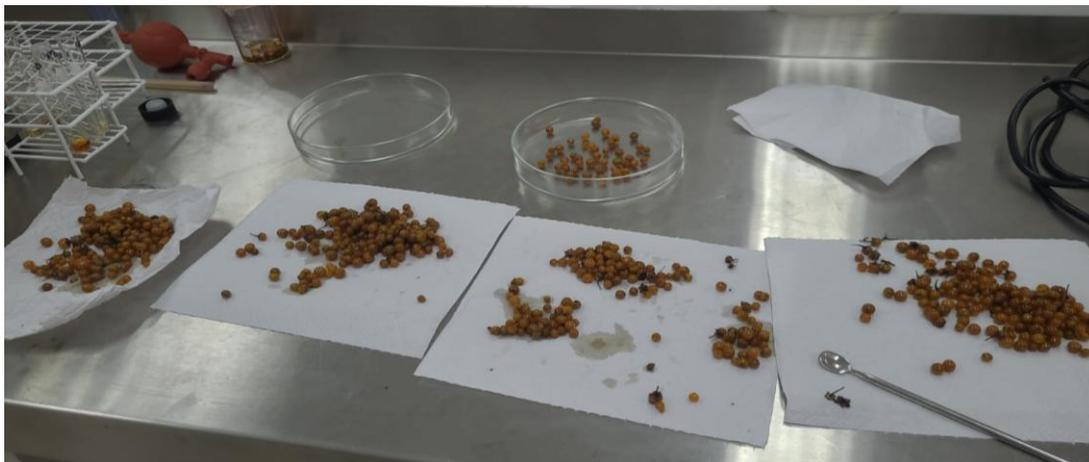
Figura 14

Bayas de la planta Jaltomata andagarae con exceso de hojas o tallos.



Figura 15

Extracción de los excesos de hojas o tallos adheridos algunas bayas



La segunda fase del tratamiento de limpieza de las Bayas consistió en lavar las bayas con abundante agua potable y una solución de NaClO 5% (Hipoclorito de Sodio al 5%) para luego secarlas con papel toalla y colocarlas en placas Petri (figura 16), 100 gramos se emplearon para el ensayo de marcha fitoquímica, el resto de las bayas se empleó para los ensayos faltantes.

Figura 16

Bayas maduras después del tratamiento de limpieza



3.6.2. *Marcha fitoquímica*

3.6.2.1. Extracto en diclorometano. Después del tratamiento de limpieza, se pesó 10.09 gramos de las bayas limpias. Con ayuda de un mortero, se trituro y se agregó 10 ml de Diclorometano (figura 17).

Figura 17

Trituración de las bayas maduras seleccionadas



Por 10 minutos, se llevó a un baño maría (figura 18), con la ayuda de un embudo y papel filtro Whatman número 42 se filtró la solución, obteniendo el extracto líquido en diclorometano y el residuo sólido se dejó secar a temperatura ambiente.

Figura 18

*Solución de diclorometano con bayas trituradas de *Jaltomata andagarae*.*



A. *Detección de Aceites y Grasas.*

- **Prueba de Sudán:** Se agregó 2 mL del extracto diclorometano dentro de un tubo de ensayo, seguido a la adición 1 mL de una solución colorante Sudán III diluida en agua, posteriormente hasta evaporación del solvente, se calienta en baño maría.

B. *Detección de Alcaloides.*

- **Prueba de Dragendorff:** Se agregó 2 mL del extracto diclorometánico en un tubo de ensayo, el solvente se eliminó por medio de la evaporación en un baño maría, luego se redisolvió el remanente en 1 mL de ácido clorhídrico al 1%, para una correcta reacción, suavemente se calentó y se dejó enfriar a temperatura ambiente, se realizó la prueba en la solución ácida acuosa mediante la adición de 3 gotas del reactivo de Dragendorff.

- **Prueba de Mayer:** Se agregó 2 mL del extracto diclorometánico en un tubo de ensayo, en un baño de agua se evaporó el solvente y se redisolvió el residuo en 1 mL de ácido clorhídrico al 1%, se calentó suavemente y se dejó enfriar a temperatura ambiente, se llevó a cabo la prueba en la solución ácida acuosa mediante la adición de una pequeña cantidad de cloruro de sodio en polvo, se mezcló y se filtró, luego se añadieron 3 gotas del reactivo de Mayer.

- **Prueba de Wagner:** Se agregó 2 mL del extracto diclorometánico en un tubo de ensayo, se evaporó el solvente en baño de agua y el residuo se redisolvió en 1 mL de ácido clorhídrico a una concentración del 1%, se calentó levemente y se dejó enfriar a temperatura ambiente, se llevó a cabo la prueba en la solución ácida acuosa mediante la adición de 3 gotas del reactivo de Wagner.

C. *Detección de Lactonas y Coumarinas.*

- **Prueba de Baljet:** Se agregó del extracto diclorometánico 2 mL dentro de un tubo de ensayo, el solvente se eliminó por evaporación en baño maría y luego se volvió a

disolver el residuo con 1 mL de alcohol, con esta solución se llevó a cabo el ensayo añadiendo 1 mL del reactivo de Baljet.

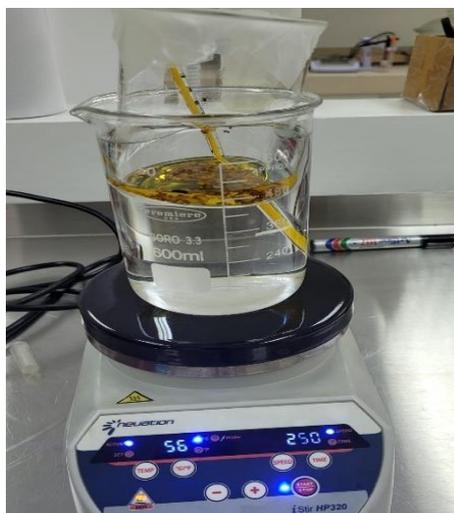
D. Detección de Triterpenos y Esteroides.

- **Prueba de Lieberman-Buchard:** Se agregó del extracto diclorometánico 2 mL dentro de un tubo de ensayo, el solvente se eliminó por evaporación en baño maría y se volvió a disolver el residuo con 1 mL de cloroformo, con esta solución se realizó el ensayo añadiendo 1 mL de anhídrido acético y luego se homogenizó bien, posteriormente se añadieron 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado por las paredes del tubo de ensayo, sin agitar.

3.6.2.2. Extracto en etanol. Luego de haberse secado el residuo sólido a temperatura del ambiente, se le agrega 20 ml de etanol a una concentración del 96 ° y, por último, se llevó a baño maría por un tiempo de 10 min (figura 19).

Figura 19

Solución de etanol con bayas trituradas de Jaltomata andagarae



Utilizando un embudo y papel filtro Whatman número 42 se filtró la solución, obteniendo el extracto líquido en etanol y el residuo sólido se dejó secar a 40 °C en una estufa hasta sequedad.

A. *Detección de Catequinas*

- **Prueba de Catequinas:** Una gota del extracto se tomó en etanol, con el apoyo de un capilar y se aplicó sobre papel filtro Whatman 42, se agregó una solución de carbonato de sodio encima de la mancha, luego se llevó a la luz ultravioleta para ver los resultados.

B. *Detección de Resinas*

- **Prueba de Resinas:** Para ello se agregó 2 mL del extracto en etanol en un tubo de ensayo y se adicionó 10 mL de agua destilada.

C. *Detección de Azúcares reductores*

- **Prueba de Fehling:** Se agregó del extracto en etanol 2 mL, el solvente se eliminó por evaporación en baño maría y se redisolvió el remanente en 2 mL de agua, posteriormente se agregó 2 mL del reactivo y la mezcla se calentó en baño maría de 5 a 10 minutos.

D. *Detección de Lactonas*

- **Prueba de Baljet:** Para ello se agregó del extracto en etanol 2 mL dentro de un tubo de ensayo, posteriormente se agregó 1 mL del reactivo de Baljet.

E. *Detección de Triterpenos y Esteroides*

- **Prueba de Lieberman-Buchard:** Se agregó del extracto en etanol 2mL dentro de un tubo de ensayo, el solvente se eliminó por evaporación en baño de maría y luego se volvió a disolver el residuo con 1 mL de cloroformo, con esta solución se realizó el ensayo añadiendo 1 mL de anhídrido acético y se mezcló bien, posteriormente se dejó caer 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado por la pared del tubo de ensayo sin agitar.

F. Detección de Saponinas

- **Prueba de Espuma:** Se agregó del extracto en etanol 2 mL en un tubo de ensayo, luego se agregó 10 mL de agua destilada para diluir, y posteriormente se mezcló fuertemente durante un rango de tiempo de 5 a 10 minutos.

G. Detección de Fenoles y Taninos

- **Prueba de Cloruro Férrico:** Se agregó del extracto en etanol 2 mL dentro de un tubo de ensayo, luego se agregaron 3 gotas de una solución de tricloruro férrico a una concentración del 5% en solución fisiológica salina.

H. Detección de Aminoácidos

- **Prueba de Ninhidrina:** Se agregó del extracto en etanol 2 mL dentro de un tubo de ensayo, se adicionó 2 mL de solución de ninhidrina a una concentración del 2% en agua, se calentó la mezcla con la ayuda de un baño de agua en un rango de tiempo de 5 a 10 minutos.

I. Detección de Quinonas

- **Prueba de Borntrager:** Para esta prueba, se agregó del extracto en etanol 2 mL dentro de un tubo de ensayo, posterior a ello se llevó a sequedad con la ayuda de un baño de maría, se diluyó el remanente seco con 1 mL de cloroformo, posteriormente se agregó 1 mL de hidróxido de sodio a una concentración del 5% en agua, se mezcló aplicando agitación la fase y hasta su separación se dejó en reposo.

J. Detección de Flavonoides

- **Prueba de Shinoda:** Para esta prueba se agregó del extracto en etanol 2 mL, se adicionó un pedacito de cinta de magnesio metálico y 1 mL de ácido clorhídrico concentrado. Se tuvo que esperar 5 minutos, posterior a la reacción y se adicionó alcohol amílico 1 ml, se mezclaron las fases y se dejó en reposo hasta la separación.

K. *Detección de Cardenólidos*

- **Prueba de Kedde:** Se agregó del extracto en etanol 2 mL dentro de un tubo de ensayo, se adicionó del reactivo 1 mL y durante un rango de tiempo de 5 a 10 minutos se dejó reposar.

L. *Detección de Antocianidina*

- **Prueba de Antocianidina:** Se agregó del extracto en etanol dentro de un tubo de ensayo 2 mL, posteriormente se agregó 1 mL de ácido clorhídrico concentrado, y luego se calienta aproximadamente 10 minutos, se deja enfriar a temperatura ambiente, además se agregó 1 ml de agua destilada y 2 ml de alcohol amílico, finalmente fuertemente se agitó y se dejó en reposo hasta la separación de las fases.

M. *Detección de Alcaloides*

- **Prueba de Dragendorff:** Se agregó 2 mL del extracto etanólico dentro de un tubo de ensayo, el solvente se evaporó en un baño maría y se volvió a disolver el remanente en una cantidad de 1 mL de ácido clorhídrico a una concentración del 1%, suavemente se calentó y a temperatura ambiente se dejó enfriar, se llevó a cabo el ensayo con la solución ácida acuosa adicionando 3 gotas del reactivo de Dragendorff.

- **Prueba de Mayer:** Se agregó del extracto etanólico 2 mL dentro de un tubo de ensayo, el solvente se eliminó por evaporación en un baño maría y se volvió a disolver el remanente en una cantidad de 1 mL de ácido clorhídrico a una concentración del 1%, se calentó suavemente y a temperatura ambiente se dejó enfriar, se realizó el ensayo con la solución acuosa ácida añadiendo una cantidad pequeña de cloruro de sodio, se aplicó agitación, filtración y posteriormente se añadió 3 gotas del reactivo de Mayer.

- **Prueba de Wagner:** Se agregó del extracto etanólico 2 mL dentro de un tubo de ensayo, el solvente se evaporó en un baño de agua y se volvió a disolver el ensayo en un 1 mL de ácido clorhídrico a una concentración del 1%, suavemente se calentó y se dejó enfriar a

temperatura ambiente, con la solución ácida acuosa se llevó a cabo el ensayo adicionando 3 gotas del reactivo de Wagner.

3.6.2.3. Obtención del extracto acuoso. Se retiró el extracto seco de la estufa y a temperatura ambiente se dejó enfriar, luego se agregó 10 ml de agua destilada, se llevó a baño maría 10 minutos, posteriormente con el soporte de un embudo y papel filtro número 42 se filtró el extracto, obteniendo el extracto líquido acuoso.

A. Detección de Alcaloides

- **Prueba de Dragendorff:** 2 mL del extracto acuoso se añadió en un tubo de ensayo, luego se agregó 1 gota de una solución concentrada de ácido clorhídrico, suavemente se calentó y a temperatura ambiente se dejó enfriar, se realizó el ensayo con la solución ácida acuosa adicionando del reactivo de Dragendorff, 3 gotas.

- **Prueba de Mayer:** Se agregó del extracto acuoso 2 mL dentro de un tubo de ensayo, se agregó 1 gota de solución concentrada de ácido clorhídrico, suavemente se calentó y a temperatura ambiente se dejó enfriar, se realizó el ensayo con la solución acuosa ácida añadiendo una pequeña porción de cloruro de sodio, se aplicó agitación y filtración, posteriormente se añadió del reactivo de Mayer 3 gotas.

- **Prueba de Wagner:** En un tubo de ensayo se agregó 2 mL del extracto acuoso, luego se adicionó 1 gota de una solución concentrada de ácido clorhídrico, para luego suavemente calentar y a temperatura ambiente se dejó enfriar, se realizó el ensayo con la solución ácida acuosa añadiendo del reactivo de Wagner 3 gotas.

B. Detección de Taninos

- **Prueba de Cloruro Férrico:** Se adicionó 2 mL del extracto acuoso en un tubo de ensayo, y luego se agregó acetato de sodio para neutralizar y 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica.

C. *Detección de Flavonoides*

- **Prueba de Shinoda:** En un tubo de ensayo se agregó 2 mL del extracto acuoso, se adicionó 1 mL de una solución concentrada de ácido clorhídrico y un pedacito de cinta de magnesio metálico. Se esperó 5 minutos posterior a la reacción y luego se adicionó 1 ml de alcohol amílico, para lo cual luego se mezclaron ambas fases y luego se dejó reposar hasta su separación.

D. *Detección de Azúcares reductores*

- **Prueba de Fehling:** Se agregó 2 mL del extracto acuoso en un tubo de ensayo, posteriormente se agregó 2 mL del reactivo y se aplicó un baño maria de 5 a 10 minutos la mezcla.

E. *Detección de Saponinas*

- **Prueba de Espuma:** Se agregó 2 mL del extracto acuoso en un tubo de ensayo, luego se agregó 10 mL de agua destilada para diluir, y posteriormente fuertemente se agitó durante un rango de tiempo de 5 a 10 minutos.

F. *Detección de Polisacáridos*

- **Prueba de Mucílagos:** Se agregó 5 mL del extracto acuoso en un tubo de ensayo, se enfría en un rango de temperatura de 0 a 5°C por un tiempo de 30 minutos aproximadamente. (Figura 20).

Figura 20

Imágenes de reacciones de precipitación y color en los ensayos de marcha fitoquímica



3.6.3. Tratamiento de muestra para ensayos de polifenoles totales, capacidad antioxidante y crema fotoprotectora.

De las bayas desinfectadas se colocaron 150 gramos en placas Petri y se llevó a una estufa con las siguientes condiciones: temperatura 40°C y tiempo de 24 horas, hasta la extracción total del agua (Figura 21).

Figura 21

Secado de bayas de la planta Jaltomata andagarae



Luego de obtener las bayas secas, con la ayuda del mortero se procedió a triturar las bayas para reducir el tamaño de partículas (Figura 22).

Figura 22

*Trituración de las bayas de la planta *Jaltomata andagarae**



Se procedió al tamizado de la baya triturada con un tamiz número 20 para homogenizar el tamaño de partícula (Figura 23).

Figura 23

*Tamizado de las bayas de la planta *Jaltomata andagarae**



La muestra tamizada se guardó en un frasco ámbar para ser utilizada posteriormente (figura 24).

Figura 24

Muestra tamizada almacenada

**3.6.3.1. Obtención del extracto hidroalcohólico a partir de la muestra seca.**

Se pesó 1.00 gramos de muestra en un vaso de precipitado de 100 ml. (Figura 25)

Figura 25

Se pesó 1.00 gramo de muestra seca



Con una bureta volumétrica se adicionó de solución de extracción de metanol/agua/ácido acético en una proporción de (80:20:1). Luego se sonicó la mezcla durante 20 minutos y en la oscuridad se mantuvo por un tiempo de 4 horas, luego se repitió el sonicado

durante 20 minutos y luego se dejó en oscuridad y por 19 horas con 20 minutos se dejó en reposo (todo el proceso tuvo una duración de 24 horas).

Con la ayuda de papel Whatman número 40 se filtró la mezcla, la cual se recepcionó en una fiola de 25 ml con lavados posteriores del solvente de extracción hasta aforo (figura 26).

Figura 26

Fiola de 25 mL con extracto de la muestra



La fiola con el extracto se tapó y se cubrió con papel aluminio para ser almacenado a 4°C para los análisis correspondientes (figura 27).

Figura 27

Fiola con el extracto antes de refrigerarse a 4°C



3.6.4. *Cuantificación de polifenoles totales*

En un tubo de ensayo se agregó 50 μL del extracto obtenido, se adicionó 3950 μL de agua ultrapura, 250 μL de la solución de Folin Ciocalteu (2N), se agitó por 1 minuto, se agregó 750 μL del reactivo carbonato de sodio a una concentración del 20% y en la oscuridad se dejó reaccionar y a temperatura ambiente por medio de 2 horas, finalmente se midió la absorbancia a 700 nm por espectrofotometría UV-visible. Se elaboró la curva de calibración con ácido gálico cuyas concentraciones estándar fueron 20, 50, 100, 200, 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$, cada estándar siguió el mismo procedimiento descrito anteriormente. (Figura 28)

Se realizó el cálculo de la concentración de polifenoles totales en mg EAG/100g muestra del extracto por medio de la obtenida curva de calibración (Ordoñez et al., 2018).

Figura 28

Muestras antes de la lectura en el UV-VIS



3.6.5. *Determinación de la capacidad antioxidante por DPPH*

En un tubo de ensayo se agregó 300 μL del extracto obtenido (a 0,04 mg/ mL; 0,4 mg/mL y 4,0 mg/mL) y se adicionó una solución de DPPH (60 $\mu\text{mol}/\text{L}$ en metanol) de 2700 μL . La solución se agitó para posteriormente ser incubado en la oscuridad por 30 minutos a temperatura ambiente, finalmente se midió a 515 nm la absorbancia. (Figura 29)

La curva de calibración se llevó a cabo con el estándar de trolox con las siguientes concentraciones: 20,06; 50,14; 100,28 y 200,57 $\mu\text{mol/L}$ cada estándar siguió el mismo procedimiento descrito anteriormente.

El porcentaje de inhibición de DPPH se estimó utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ inhibición} = \left(1 - \frac{\text{Absorbancia de muestra}}{\text{Absorbancia de control}}\right) * 100\%$$

Figura 29

Muestras antes de la lectura en el UV-VIS



3.6.6. *Determinación de la capacidad antioxidante por ABTS*

Partiendo de su precursor el ácido 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzotiazolin-6-sulfónico), se preparó el radical ABTS a una concentración de 7 mM, el cual fue reaccionado con un 1 mL solución de persulfato de potasio 2,45 mM, la reacción se llevó a cabo a temperatura ambiente, en oscuridad, durante un tiempo de 12 h (Figura 30).

Figura 30

Soluciones empleadas en el ensayo ABTS



Se preparó una solución buffer de fosfatos (8g de NaCl; 0,2 g de KCl y 1,44 g de KH_2PO_4 en 1 Litro de agua destilada). Una vez formado el radical ABTS se tomó una alícuota de 150 μL , se diluyó con 14 mL de solución buffer de fosfatos hasta lograr un valor de 0,700 ($\pm 0,02$) de absorbancia a 734 nm.

Se tomó 990 μL y se adicionó 10 μL del extracto de muestra (a 0,04 mg/mL; 0,4 mg/mL y 4,0 mg/mL), posteriormente durante 6 minutos se dejó reaccionar y se midió la absorbancia a 734 nm.

Se realizó la curva de calibración con estándar de trolox, con las siguientes concentraciones: 5,020; 12,550; 25,100; 50,200 y 75,300 $\mu\text{g/mL}$ cada estándar siguió el mismo procedimiento descrito anteriormente (Roberta et al., 1999).

El porcentaje de inhibición de ABTS se estimó utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ inhibición} = \left(1 - \frac{\text{Absorbancia de muestra}}{\text{Absorbancia de control}}\right) * 100\%$$

3.6.7. Crema fotoprotectora

3.6.7.1. Preparación de la Crema fotoprotectora

Tabla 2

Componentes para preparar la crema

FASE A (Acuosa)	Cantidad (g)	FASE B (Oleosa)	Volumen (ml)
Cera Lanette SK	5g	Propilenglicol	2.5 ml
Alcohol Cetílico	0.75g	Nipagin	2 ml
Vaselina líquida	14.25 g	Extracto etanólico de la baya <i>Jaltomata andagarae</i>	10 ml
Cetiol V	0.5 g	Quitosano 1%	5 ml
Trietanolamina	0.5 g		

Se pesó en un vaso previamente rotulado los componentes de cada una de las fases A y B. Luego, se calentó por separado cada una de las fases en la cocinilla eléctrica, y se agitó vigorosamente para mezclar los componentes, se tomó la temperatura hasta obtener una temperatura de 70- 80°C, donde la fase B se añadió a la Fase A con agitación constante. Luego se retiró de la cocinilla y posteriormente se dejó enfriar a una temperatura de 40°C, con agitación constante (Figura 31). Finalmente, se llevó al homogenizador por 30 minutos hasta obtener la adecuada consistencia homogénea de la crema. (García et. al, 2021)

Figura 31

Proceso de preparación de la crema fotoprotectora



3.6.7.2. Caracterización organoléptica

Este análisis se realizó por medio de las cualidades de color, olor, consistencia, textura, aspecto y entre otros. La crema se aplicó en la mano para la caracterización. (Hanco, 2018)

3.6.7.3. Caracterización fisicoquímica. Se realizaron los siguientes análisis (Camones, 2014):

A. Medición de pH. Para lo cual se evaluó el pH utilizando un papel indicador de pH.

B. Prueba de centrifugación. Se utilizó una centrifuga, se procedió a pesar 4 gramos de la crema en el tubo y se homogenizó con 2 tubos adicionales del mismo peso con muestra de agua para equilibrar la centrífuga. Posteriormente se llevó las muestras a la centrifuga a la velocidad de 3000 rpm, por un tiempo de 30 minutos (Marmolejo, 2013).

C. Determinación del residuo seco. Se procedió a pesar 1 gramo de la crema en un vaso de 50 ml, luego se calienta en la estufa por un periodo de 2 horas a 105 °C (Marmolejo, 2013).

Ecuación para el cálculo del % de residuo seco:

$$\% \text{ Residuo seco} = \frac{\text{Peso final de la muestra} * 100\%}{\text{Peso inicial}}$$

D. Densidad. La cantidad de producto que se pesó se dispuso en una probeta de 5 ml, previamente se pesa la probeta para poder calcular la masa que ocupa 1 ml de volumen (Latiner, 2012).

E. Tipo de Emulsión

- **Prueba de dilución.** Se pesó 0.5 g de la crema y se dispersó en 50 ml de agua, luego se agitó con ayuda de una bagueta hasta observar los resultados.

- **Prueba de lavado.** Para lo cual se aplicó 1 g del producto sobre la mano y se procedió a abrir la llave del agua para que la corriente fluya.

F. Porcentaje de ceniza. De la crema fotoprotectora se pesó 1.5 g y se colocó en un crisol, para luego ser llevado a la mufla a las condiciones de 450 °C, por un tiempo de 4 horas.

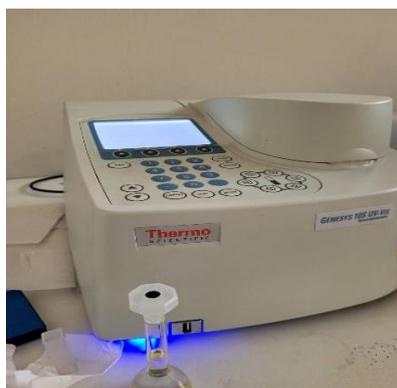
Cálculo de porcentaje de ceniza:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso inicial}} * 100\%$$

3.6.7.4. Determinación del factor de fotoprotección (FPS). De la crema se pesó 1 g y se agregó 10 ml de alcohol, después durante 5 minutos se agitó. Luego se procedió a filtrar el líquido y se transvasó a una fiola de 25 ml y se enrasó con alcohol. Finalmente se realizó la medición en el espectrofotómetro UV de la absorbancia entre 290 y 320 nm (cada 5 mm).

Figura 32

Proceso de determinación de factor de protección (FPS)



3.7. Análisis de datos

El análisis de los datos obtenidos por espectroscopia se llevó a cabo utilizando el equipo Thermo modelo Genesys 10S UV-Vis, con software propio del equipo otorgado por la empresa THERMO SCIENTIFIC.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudio Fitoquímico

Los compuestos fitoquímicos identificados en el extracto diclorometánico, etanólico y acuoso de la baya de *J. andagarae* se aprecian en la tabla resumen (ver tabla 1), encontrándose en el extracto diclorometánico lípidos, compuestos láctónicos, compuestos triterpénicos, alcaloides y esteroides. En el extracto etanólico se encontró triterpenos, compuestos lactónicos, esteroides, azúcares reductores, catequinas, saponinas, flavonoides, compuestos fenólicos, alcaloides y antocianidinas.

En el extracto acuoso se encontró compuestos fenólicos, azúcares reductores, flavonoides, polisacáridos y alcaloides.

Tabla 3

Resumen de los resultados del estudio fitoquímico

Fitoconstituyentes	Ensayo	Resultados		
		Extracto diclorometánico	Extracto etanólico	Extracto acuoso
Lípidos	Sudán	+	-/-	-/-
Compuestos láctónicos	Ensayo de Baljet	+++	+++	-/-
Quinonas	Borntrager	-/-	-	-/-
Triterpenos y esteroides	Lieberman Burchard	++	+++	-/-
Catequinas	Ensayo de catequinas	-/-	+	-/-
Resinas	Ensayo de resinas	-/-	-	-/-
Azúcares reductores	Licor de Fehling	-/-	+++	+++
Saponinas	Espuma	-/-	+	+

Compuestos fenólicos/ Taninos	Cloruro Férrico	-/-	++	++
Aminoácidos	Ninhidrina	-/-	-	-/-
Flavonoides	Shinoda	-/-	+++	+++
Glicósidos cardiotónicos	Reacción de Kedde	-/-	-	-/-
Antocianidinas	Ensayo de Antocianidinas	-/-	+	-/-
Mucílagos	Ensayo de mucílagos	-/-	-/-	+
Alcaloides	Dragendorff	+++	++	+++
	Mayer	+++	++	+++
	Wagner	+++	++	+++

Nota. Intensidad: baja (+), media (++), alta (+++). Identificación: positivo (+), negativo (-), no se realizó el ensayo (-/-)

Tabla 4

Reacción de Liebermann – Burchard para la identificación de triterpenos y esteroides

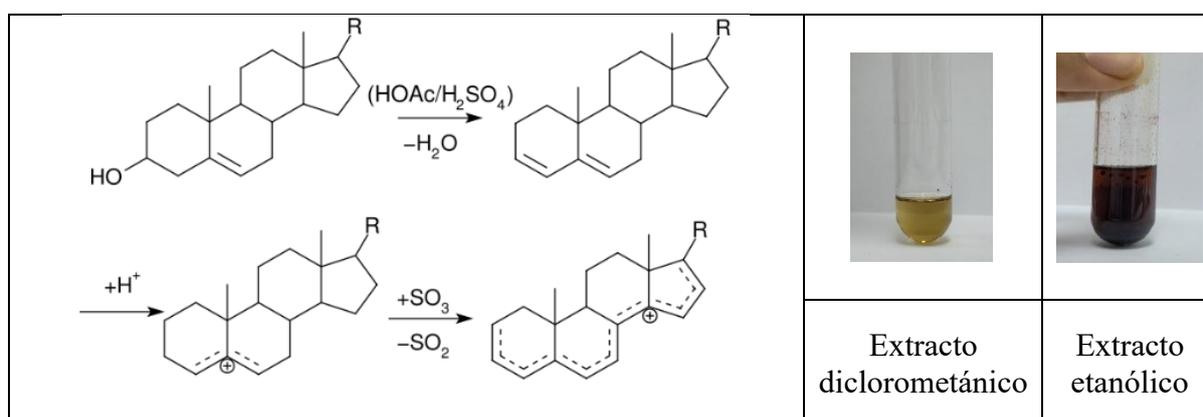


Tabla 5*Reacción de Fehling*

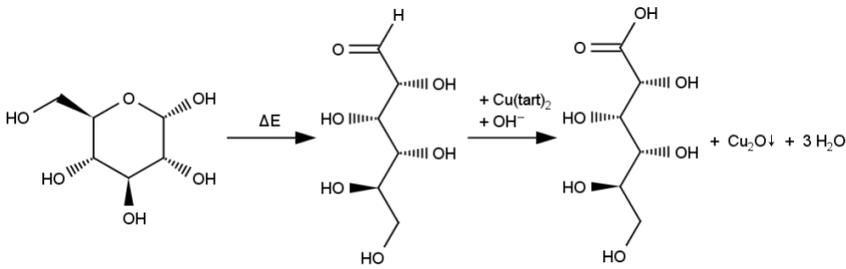
 $\text{Glucose} \xrightarrow{\Delta E} \text{Gluconic acid} + \text{Cu}(\text{tart})_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Gluconic acid} + \text{Cu}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$		
Extracto etanólico	Extracto Acuoso	

Tabla 6*Reacción con FeCl₃*

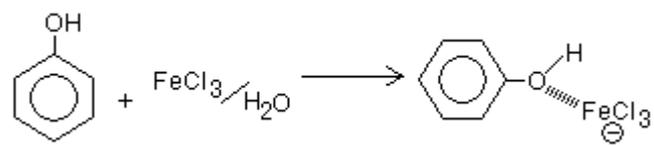
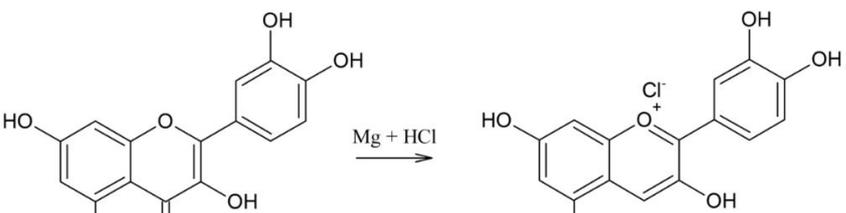
 $\text{Phenol} + \text{FeCl}_3 / \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Complex}$		
Extracto etanólico	Extracto Acuoso	

Tabla 7*Reacción de Shinoda*

 $\text{Flavone} + \text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow \text{Complex}$		
Extracto etanólico	Extracto Acuoso	

4.2. Cuantificación de polifenoles totales en bayas secas

De las soluciones patrón de ácido gálico se midió la absorbancia (ver tabla 8). Con los datos se realizó la respectiva curva patrón (figura 33). En la cuantificación de polifenoles el resultado fue de $412,1 \pm 1.60$ mg equivalentes AG/100 gramos de muestra (ver tabla 9)

Tabla 8

Absorbancias del estándar de ácido gálico a 700 nm.

Concentración (µg/mL)	Absorbancia promedio
20	$0,012 \pm 0,004$
50	$0,026 \pm 0,006$
100	$0,067 \pm 0,005$
200	$0,187 \pm 0,008$
500	$0,473 \pm 0,006$

Figura 33

Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu

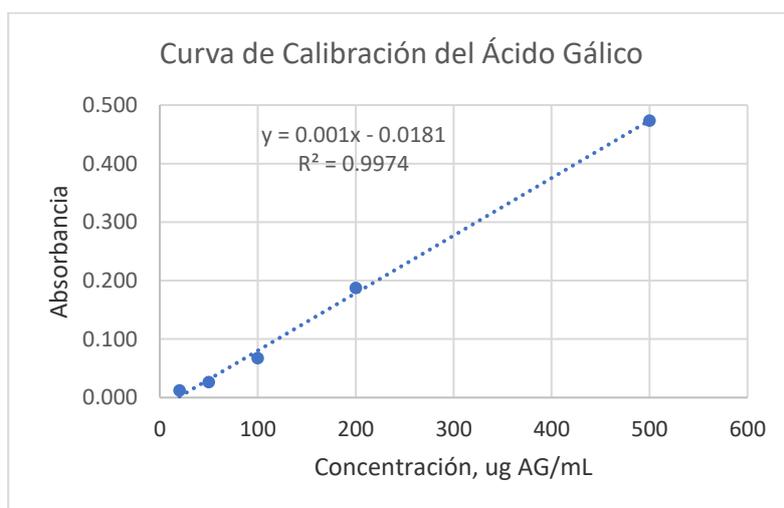


Tabla 9

Contenido de polifenoles totales en la baya de la planta Jaltomata andagarae

Bayas de la planta	Absorbancia promedio	Concentración, mg equiv. AG/100g muestra seca
<i>J. andagarae</i>	0,1440 ± 0,002	412,1± 1,60

4.3. Determinación de la capacidad antioxidante por DPPH

De las soluciones patrón se midió la absorbancia del estándar de trolox (ver tabla 10). Con los datos obtenidos se realizó y evaluó la respectiva curva patrón (figura 34). En los resultados de la capacidad antioxidante podemos notar por el IC₅₀ la resaltante capacidad antioxidante de las bayas de *J. andagarae* que tiene un valor de IC₅₀ de 1,93 mg/mL (ver tabla 11), capacidad antioxidante equivalente trolox (TEAC, por sus siglas en ingles) de 51,69 μmol ET/g muestra.

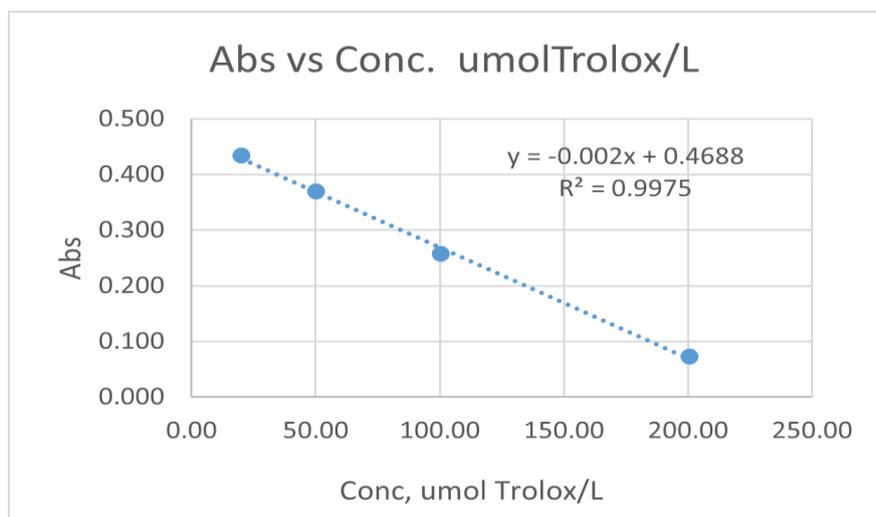
Tabla 10

Absorbancias del estándar de trolox a 515 nm.

Concentración (μmol/L)	Absorbancia promedio	% Inhibición
Control DPPH	0,538 ± 0,001	---
20,06	0,434 ± 0,001	19,331
50,14	0,370 ± 0,002	31,227
100,28	0,257 ± 0,001	52,230
200,57	0,073 ± 0,001	86,431

Figura 34

Curva de calibración del trolox para la determinación de capacidad antioxidante por el método DPPH.

**Tabla 11**

Absorbancias de la muestra a 515 nm.

Concentración (mg/mL)	Absorbancia promedio	% Inhibición
0,04	0,455 ± 0,001	15,43
0,40	0,372 ± 0,002	30,86
4,00	0,096 ± 0,001	82,16

4.4. Determinación de la capacidad antioxidante por ABTS

Se midió de las soluciones patrón la absorbancia del estándar de trolox (ver tabla 12). Con los datos obtenidos se realizó la curva patrón (figura 35). En los resultados de la capacidad antioxidante podemos notar por el IC_{50} la resultante capacidad antioxidante de las bayas de *J. andagariae* que tiene un valor de IC_{50} de 2,01 mg/mL (ver tabla 13), actividad antioxidante equivalente trolox de 107,68 μ mol ET/g muestra.

Tabla 12

Absorbancias del estándar de trolox a 734 nm.

Concentración (µg/mL)	Absorbancia promedio	% Inhibición
Control ABTS	0,700 ± 0,002	---
5,020	0,641 ± 0,006	8,429
12,550	0,593 ± 0,004	15,286
25,100	0,477 ± 0,006	31,857
50,200	0,374 ± 0,002	46,571
75,300	0,240 ± 0,004	65,714

Figura 35

Curva de calibración del trolox para la determinación de capacidad antioxidante por el método ABTS.

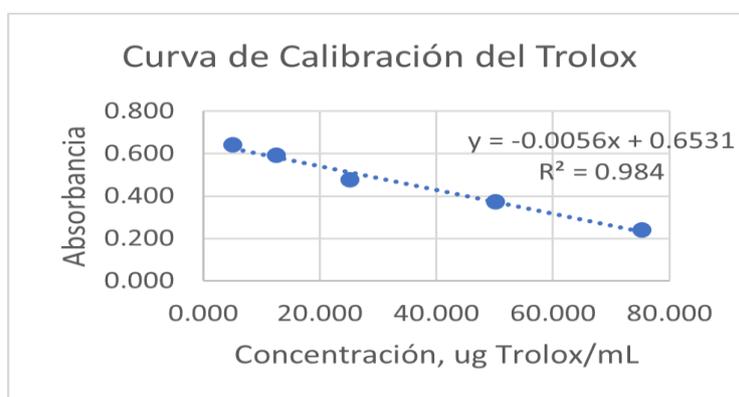


Tabla 13

Absorbancias de la muestra a 734 nm.

Concentración (mg/mL)	Absorbancia promedio	% Inhibición
0,04	0,535 ± 0,004	23,571
0,40	0,455 ± 0,002	35,000
4,00	0,190 ± 0,004	72,857

4.5. Análisis fisicoquímico de la crema fotoprotectora

4.5.1. Crema

De la crema fotoprotectora se obtuvo 150 g a partir del extracto hidroalcohólico (Figura 36).

Figura 36

Crema fotoprotectora a base de Jaltomata Andagarae



4.5.2. Análisis de pH

El pH resultante de la muestra preparada de crema fotoprotectora a partir del extracto etanólico de *Jaltomata andagarae* fue de 6.0 (Figura 37)

Figura 37

Análisis de pH de la crema fotoprotectora

**4.5.3. Análisis del residuo seco**

Se pesó la muestra preparada 1 gramo en un vaso de precipitado de 50 ml, luego se calienta en la estufa por un periodo de 2 horas a 105 °C (Figura 38)

Figura 38

Análisis del residuo seco



4.5.4. Determinación del Residuo Seco

Tabla 14

Datos para la determinación del residuo seco

Masas	Crema fotoprotectora
W ₀ : Masa inicial del vaso de precipitado	26.21 g
W ₁ : Masa inicial vacío + masa de la muestra	27.31 g
W ₂ : Masa inicial vacío + masa de la muestra seca	27.12 g

A continuación, se presenta la ecuación con la cual se calculó el porcentaje de residuo seco:

$$\% \text{ Residuo seco} = \frac{\text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso inicial}} * 100\%$$

Reemplazando los datos obtenidos:

$$\% \text{ Residuo seco} = \frac{(27.12\text{g}-26.21\text{g})}{(27.31\text{g}-26.21 \text{ g})} * 100\% = 82.72 \%$$

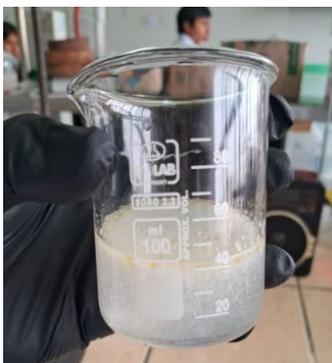
Se tomó 1g de la muestra preparada y se colocó en la estufa a una temperatura de 105°C por un tiempo aproximado de 2 horas. Luego se evaluó el residuo seco, considerando la masa inicial y la masa final de la crema que se dejó en la estufa a 105 °C. El % de residuo seco fue de 82.72%.

4.5.5. Prueba de dilución

Para un 1 g. de la crema pesada, se adicionó 50 ml de agua destilada. En esta prueba de dilución, observó una emulsión aceite / agua (o/w). Las emulsiones agua / aceite no permiten dilución.

Figura 39

Análisis de prueba de dilución

**4.5.6. Prueba de lavado**

En esta prueba se pesó 1g de la crema elaborada y se colocó en la palma de la mano, posteriormente con ayuda del dedo índice se dejó correr agua. A partir de ello, se observó que se trataba de una emulsión o/w ya que no se observó restos de la crema en la piel y el lavado fue completo (Figura 40).

Figura 40

Prueba de dilución



4.5.7. Prueba de centrifugación

Para este análisis se utilizó una centrifuga a una velocidad de 3000 rpm, durante un tiempo de 30 minutos (Figura 41). De esta manera se puede observar la homogenización de la crema fotoprotectora (Figura 42).

Figura 41

Análisis de centrifugación



Figura 42

Proceso de la prueba de centrifugación de la crema fotoprotectora

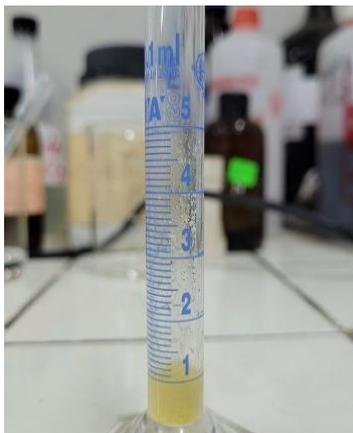


4.5.8. Densidad

Para esta prueba, se pesó la cantidad de crema que se colocó en una probeta de 5 ml, la cual fue previamente pesada para poder calcular la masa que ocupa 1 ml de volumen (Latimer, 2012).

Figura 43

Proceso de determinación de densidad

**4.5.9. Determinación de la densidad**

La ecuación para calcular el porcentaje de residuo seco es el siguiente:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de la muestra (g)}}{\text{Volumen (ml)}}$$

Reemplazando los datos obtenidos:

$$\text{Densidad} = \frac{0.706 \text{ g}}{1 \text{ ml}} = 0.706 \text{ g/ml}$$

4.5.10. Análisis del porcentaje de ceniza

Se tomó 1.5 g de la crema elaborada y se llevó a la mufla a las condiciones de 450°C, por un tiempo de 4 horas. (Figura 44).

Figura 44*Prueba porcentaje de ceniza***4.5.11. Determinación del porcentaje de ceniza****Tabla 15***Datos para la determinación del porcentaje de ceniza*

Masas	Crema fotoprotectora
W₀: Masa inicial del crisol vacío	13.57 g
W₁: Masa inicial del crisol + masa de la muestra	15.09 g
W₂: Masa inicial del crisol+ masa de la muestra en ceniza	13.58 g

Cálculo de porcentaje de ceniza:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

Reemplazando los datos obtenidos:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{(13.58 - 13.57)}{(15.09 - 13.57)} * 100\% = 0.66 \text{ g/ml}$$

El % de ceniza obtenido fue de 0.66 %

4.6. Caracterización Organoléptica de la crema preparada

Tabla 16

Características organolépticas de la crema

Parámetros	Crema fotoprotectora
Color	Amarillo - Crema
Olor	Ligeramente a la baya <i>Jaltomata angarae</i> / Característico
Aspecto	Homogéneo / Uniforme
Consistencia	Suave al tacto
Textura	Suave
pH	6.0

4.7. Características de análisis sensorial

Tabla 17

Análisis Sensorial de la crema

Parámetro	Observación de la crema fotoprotectora
Integridad de la forma	La crema es homogénea
Brillo	La crema es ligeramente brillante
Humedad	La crema tiene baja sensación de humedad
Deslizamiento	Se desliza fácilmente al frotar
Absorción	En 15 frotaciones desaparece la crema
Calor	No se percibe la sensación de calor
Aroma	El aroma es agradable
Color	Es regularmente agradable
Cantidad de residuo	En la piel no se percibe la cantidad de residuo

4.8. Determinación del factor de protección solar mediante el método de Mansur

A partir de las mediciones de las absorbancias los datos obtenidos en el espectrofotómetro UV – VIS en el rango respectivo de 290 y 320 nm (cada 5 nm) (Figura 52 y 53).

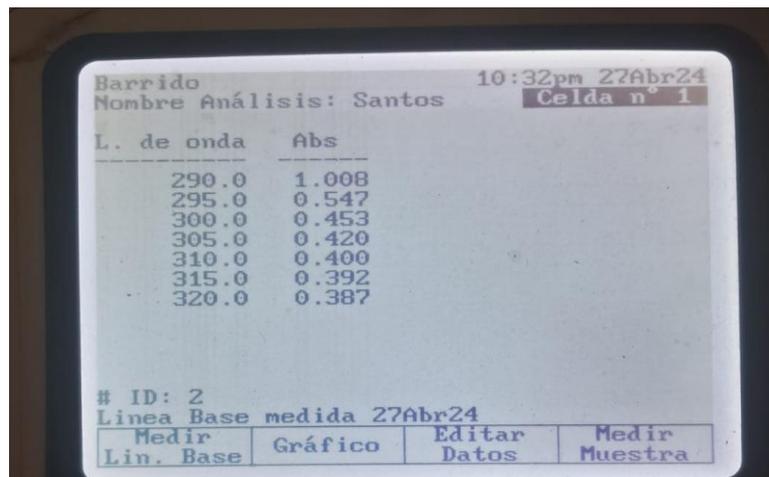
Tabla 18

Absorbancia de la crema fotoprotectora para cada longitud de onda

nm	290	295	300	305	310	315	320
Absorbancia (A)	1.008	0.547	0.452	0.420	0.400	0.392	0.387

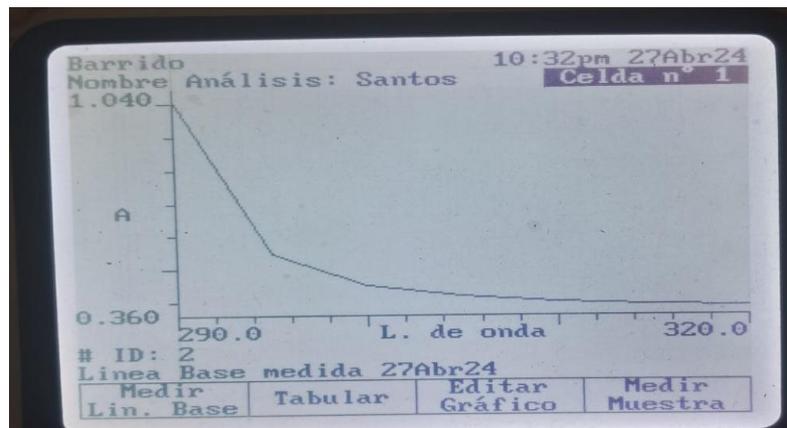
Figura 45

Proceso de barrido para determinación del factor de fotoprotección

**Figura 46**

Curva de barrido para la determinación del factor de fotoprotección entre el rango de 290 a

320 nm



Determinación el factor de fotoprotección SPF aplicando la ecuación de Mansur (Castro, 2020)

$$\text{FPS} = \text{FC} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

Donde:

FPS = Factor de Protección Solar

EE(λ) = Efecto eritemogénico de la radiación de longitud de onda λ

FC = 10(Factor de corrección)

Abs(λ) = Absorbancia de la solución en la longitud de onda λ

I(λ) = Intensidad del sol en la longitud de onda λ

La constante determinada por Sayre et al. (1979), nos muestra la relación entre el efecto eritemogénico y la intensidad de la radiación de cada longitud de onda.

$$\text{Cte de Sayre: } (\text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda))$$

Tabla 19

Constante determinadas por Sayre

Longitud de onda (nm)	290	295	300	305	310	315	320	Total
EE(λ) × I(λ)	0,0150	0,0817	0,2874	0,3278	0,1864	0,0839	0,0180	1,000

Tabla 20

Rango de factor de protección solar

Protección solar	FPS
Mínimo	2-12
Moderado	12-30
Alto	≥ 30

Se procedió a realizar los cálculos según las absorbancias por medio la ecuación FPS, donde se considera las constantes determinadas de Sayre, finalmente el factor de protección solar se determinó de la crema preparada a partir de la baya *Jaltomata andagarae* tuvo un valor de 3, en base con el rango de FPS de la tabla 18. En conclusión, la crema fotoprotectora presentó un factor de protección mínima.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En relación con el primer objetivo específico “Realizar el estudio fitoquímico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* por acción extractiva de solventes de polaridad creciente”. Se evaluaron los fitoconstituyentes presentes en bayas de la planta “*Jaltomata andagarae*”, para ello se realizó una marcha fitoquímica a partir del extracto diclorometánico, dónde se evaluó y confirmó la presencia de lípidos, compuestos lactónicos, triterpenos, alcaloides y esteroides; en el extracto etanólico se identificaron compuestos como triterpenos, lactónicos, esteroides, azúcares reductores, catequinas, saponinas, flavonoides, compuestos fenólicos, antocianinas y alcaloides; por último se evaluó en extracto acuoso, para lo cual se encontró presencia de compuestos fenólicos, azúcares reductores, flavonoides, polisacáridos y alcaloides. Estos resultados se contrastaron con investigaciones previas en plantas de diferente especie, pero pertenecientes al mismo género, como Gaspar y Jiménez (2015), quienes en su investigación demostraron que el fruto de *Jaltomata ventricosa* es abundante en compuestos fitoquímicos, encontrándose triterpenos, esteroides, lípidos, catequinas, compuestos fenólicos, azúcares reductores, taninos, flavonoides, aminoácidos, antocianidinas, alcaloides cuaternarios y mucílagos. Orbegoso (2022) identificó mediante un análisis fitoquímico en los frutos y las hojas de *Jaltomata ventricosa* (Baker) Mione, la presencia de azúcares reductores, flavonoides, compuesto fenólicos, triterpenos, alcaloides y taninos. De igual manera Medina et al. (2007), identificaron en el género *Physalis* (Solanaceae) la existencia de flavonoides en cantidades significativas, además de derivados glicósidos de quercetina, kaempferol y ácidos fenólicos, los cuales, por su actividad antioxidante, son reconocidos. Por último, la presencia de quercetina 3-O-rhamnoglucosidado en la planta *Jaltomata edulisen* según Wollenweber et al. (2005) que es un tipo de flavonol. La quercetina está asociada a una alta capacidad antioxidante.

En relación con el segundo objetivo específico “Cuantificar la concentración de polifenoles totales del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* por el

método Folin-Ciocalteu empleando espectroscopia UV VIS". Se obtuvo polifenoles totales por medio de la cuantificación con un valor de $412,1 \pm 1.60$ mg equivalentes AG/100 gramos de muestra. Estos resultados se contrastaron con investigaciones previas en plantas de diferente especie, pero pertenecientes al mismo género, como Gaspar y Jiménez (2015), las bayas de *Jaltomata ventricosa* presentó 319.26 mg equivalente de ácido gálico por gramo de muestra. Orbegoso (2022) reportó un resultado de vitamina C hallada en 100 gramos de fruto fresco de *Jaltomata ventricosa* (Baker) Mione fue 14.8 mg. En la investigación de Medina et al. (2007) presentó derivados de ácidos fenólicos en el género *Physalis* (Solanaceae). Por otro lado, en la investigación de De la Vega et al. (2019), se evaluó el contenido de polifenoles en el deshidratado de *Physalis peruviana* L. en la evaluación de su madurez en dos estados, indicando que la presencia de polifenoles totales se degrada en mayor medida cuando se aplica un tratamiento mediante la estufa, al igual que una disminución del ácido ascórbico, así mismo, existe un incremento en los carotenos y la actividad antioxidante cada que el fruto madura. En el estudio realizado por los autores Aparcana y Villarreal (2014), identificó la presencia de compuestos fenólicos en extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* "aguaymanto". Para el extracto etanólico de aguaymanto, se registraron los siguientes valores: 149.3, 127.9, 144.4, 106 mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos, contenido en el fruto fresco de aguaymanto los cuales provienen de Junín, Ancash, Huánuco y Cajamarca respectivamente, aquí podemos destacar que ellos usan fruto fresco y para esta investigación se usó bayas secas. Además, en la investigación de Castro (2020) presentó como resultados para la cuantificación de fenoles totales un valor de 50.5 mg de ácido gálico por gramo de muestra en el líquen *Everniopsis trulla*. Por último, en la investigación de Zorrilla (2023), se obtuvo una capacidad antioxidante de 2,3 mg Acido Ascórbico/g de muestra; en la evaluación de fenoles se obtuvo un resultado de 12,6 mg Acido Gálico/g de muestra.

En relación con el tercer objetivo específico “Analizar la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* frente al 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH)” y al cuarto objetivo específico “Analizar la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la baya de la planta *Jaltomata andagarae* frente al 2, 2'-Azinobis-3-etilbenzo-tiazolina-6-ácido sulfónico (ABTS)”. Se obtuvo la capacidad antioxidante por DPPH un valor de IC₅₀ de 1,93 mg/mL, siendo la capacidad antioxidante equivalente trolox (TEAC) de 51,69 μ mol ET/g muestra. Con respecto al cuarto objetivo específico se obtuvo una capacidad antioxidante de las bayas de *J. andagarae* que tiene un valor de IC₅₀ de 2,01 mg/mL, capacidad antioxidante equivalente trolox (TEAC) de 107,6817 μ mol ET/g muestra. Estos resultados se contrastaron con investigaciones previas en plantas de diferente especie, pero pertenecientes al mismo género, como en la investigación de Gaspar y Jiménez (2015) reportaron que las bayas frescas de la *Jaltomata ventricosa* presentaron una capacidad antioxidante con un valor similar al ácido ascórbico estándar con IC₅₀ de 42.51 y 34.75 μ g/mL respectivamente. También en la investigación realizada por Mendoza et al. (2016) encontraron una alta capacidad antioxidante en el fruto silvestre pipisco (*Jaltomata procumbens*), incluso mayor al aguaymanto *Physalis peruviana*. Por otro lado, Medina et al. (2007) en su investigación relacionada al género *Physalis* (Solanaceae), presentó capacidad antioxidante. Además, Wollenweber et al. (2005) identificó en la planta *Jaltomata edulisen* la quercetina 3-O-rhamnoglucosidado la cual está asociada a una alta capacidad antioxidante. En las investigaciones reportadas por Aparcana y Villarreal (2014) en el fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” por medio de una extracción etanólica, se evaluó la capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS. Por otro lado, en la investigación realizada por Zavaleta (2021) en el fruto *Jaltomate sp (mushaño)*, presenta antioxidantes, los cuales resultan ser beneficiosos en la salud de las personas y sus propiedades sensoriales atraen al consumidor. Y así en la investigación de Castro (2020) en el líquen *Everniopsis trulla* identificó propiedades antioxidantes con un IC₅₀ significativo, con un valor

de IC50 con un valor de concentración de 10 mg/mL. Por último, en la investigación realizada por Tito (2019), evaluó la capacidad antioxidante en el fruto tomate de árbol "*Solanum betaceum cav.*" Fruto que fue liofilizado en sus variedades amarillo, rojo y rojo-morado. La capacidad antioxidante se midió por el método de DPPH, el que presentó el mejor valor de IC50 entre las variedades indicadas fue el extracto rojo-morado con resultado de 1101.82 µg/mL, en comparación al estándar de Ácido Ascórbico con un resultado de IC50 de 29.77 µg/mL.

En relación con al quinto objetivo específico "Elaborar y caracterizar la crema fotoprotectora obtenida con el extracto etanólico de las bayas de la planta *Jaltomata andagarae*". Se logró obtener una cantidad de 150 g de producto final, con un valor de pH igual a 6.0, análisis de residuo seco del 82.72 %, una densidad de 0.706 g/ml, un porcentaje de ceniza del 0.66 %. Sus características sensoriales de la crema presentaron un color amarillo-crema, un olor característico a la baya *Jaltomata angarae*, un aspecto homogéneo, consistencia y textura suave. Sus características sensoriales presentaron características aceptables del producto. El factor de protección de la baya *Jaltomata andagarae* fue de 3, siendo una protección mínima. Estos resultados se contrastaron con investigaciones como la realizada por Zavaleta (2021) en el fruto *Jaltomate sp (mushaña)*, indicó que es importante entender la relevancia del uso de crema fotoprotectora para el cuidado de la piel en los seres humanos y es por eso por lo que la elaboración de crema fotoprotectora a base de extractos de productos naturales como lo son: frutos, tallos, hojas, raíces, etc. Toma una importancia mucho más relevante cada día. Así mismo, en la investigación de Castro (2020) elaboró una crema protectora solar a base de quitosano con el extracto del líquen, demostrando que presenta propiedades antioxidantes considerables y además posee propiedades cicatrizantes, lo cual aumenta su valor agregado al producto. Los resultados de la investigación demostraron que la crema fotoprotectora es apta para su uso. Además, en la investigación realizada por Tito (2019) en el fruto liofilizado de *Solanum betaceum cav.* También conocido como tomate de árbol, el

cuál presentó variedades amarillo, rojo y rojo-púrpura. Concluyó con que la crema elaborada del extracto de fruto rojo – púrpura presenta una buena actividad antioxidante. Por lo que los extractos de frutos naturales son de mucha importancia para la elaboración de cremas antioxidantes y fotoprotectoras. Por último, en la investigación de Zorrilla (2023), la crema fotoprotectora presentó un olor propio con una coloración beige y resultó ser una muestra muy homogénea con un valor de pH de 6,5, una textura y consistencia aceptable. Con respecto al residuo seco se obtuvo un 21,35%, y, por último, el valor del FPS tuvo un valor de 3, para 1,5% del extracto del líquen.

VI. CONCLUSIONES

- a. Las bayas de *Jaltomata andagarae* presentan fitoconstituyentes en solventes de polaridad creciente y son: lípidos, compuestos láctonicos, triterpenos, azúcares reductores, esteroides, saponinas, catequinas, compuestos fenólicos, antocianidinas, polisacáridos, flavonoides y alcaloides.
- b. También fue observado que estos frutos presentan $412,1 \pm 1,60$ mg equivalentes AG/100g muestra.
- c. Con respecto a su capacidad antioxidante por el método DPPH y por el método ABTS, se logró obtener valores de IC50 de 1,93 mg/mL, capacidad antioxidante equivalente trolox de 51,69 $\mu\text{mol ET/g}$ muestra y de IC50 de 2,01 mg/mL, actividad antioxidante equivalente trolox de 107,68 $\mu\text{mol ET/g}$ muestra respectivamente para cada método.
- d. Con respecto al producto final se logró obtener 150 g de crema -fotoprotectora, con un valor de pH igual a 6.0, análisis de residuo seco del 82.72 %, una densidad de 0.706 g/ml, un porcentaje de ceniza del 0.66 %. En cuanto a sus características sensoriales de la crema presentaron una coloración amarillo-crema, un olor característico a la baya *Jaltomata andagarae*, un aspecto homogéneo, consistencia y textura suave.
- e. De acuerdo con lo obtenido podemos afirmar que las bayas de *J. andagarae* tiene potencial nutracéutico porque tienen un interesante porcentaje de captación de radicales libres y podría ser empleado en la elaboración de productos que sirvan para mejorar la alimentación de las personas además prevenir enfermedades crónico-degenerativas tanto a nivel local, nacional y mundial.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda profundizar y seguir realizando estudios de extracción para optimizar el proceso en la obtención de los fitoconstituyentes y mejorar la actividad fotoprotectora y antioxidante de los extractos.
- b. Es importante considerar pruebas de estabilidad a la crema fotoprotectora para garantizar un tiempo de vida prudente del producto y su eficacia y seguridad en el uso.
- c. Se recomienda evaluar su actividad antimicrobiana y antiinflamatoria, para determinar su uso en el tratamiento de infecciones y prevención de enfermedades, realizando las propiedades de la crema protectora.
- d. Se recomienda evaluar medidas de conservación de la especie en estudio y evitar la sobreexplotación de la planta, con la finalidad de garantizar la sostenibilidad y las propiedades químicas.
- e. Se recomienda evaluar el consumo del fruto, debido a sus propiedades antioxidantes y los beneficios significativos en la salud como el fortalecimiento del sistema inmunológico y la protección al estrés oxidativo.

VIII. REFERENCIAS

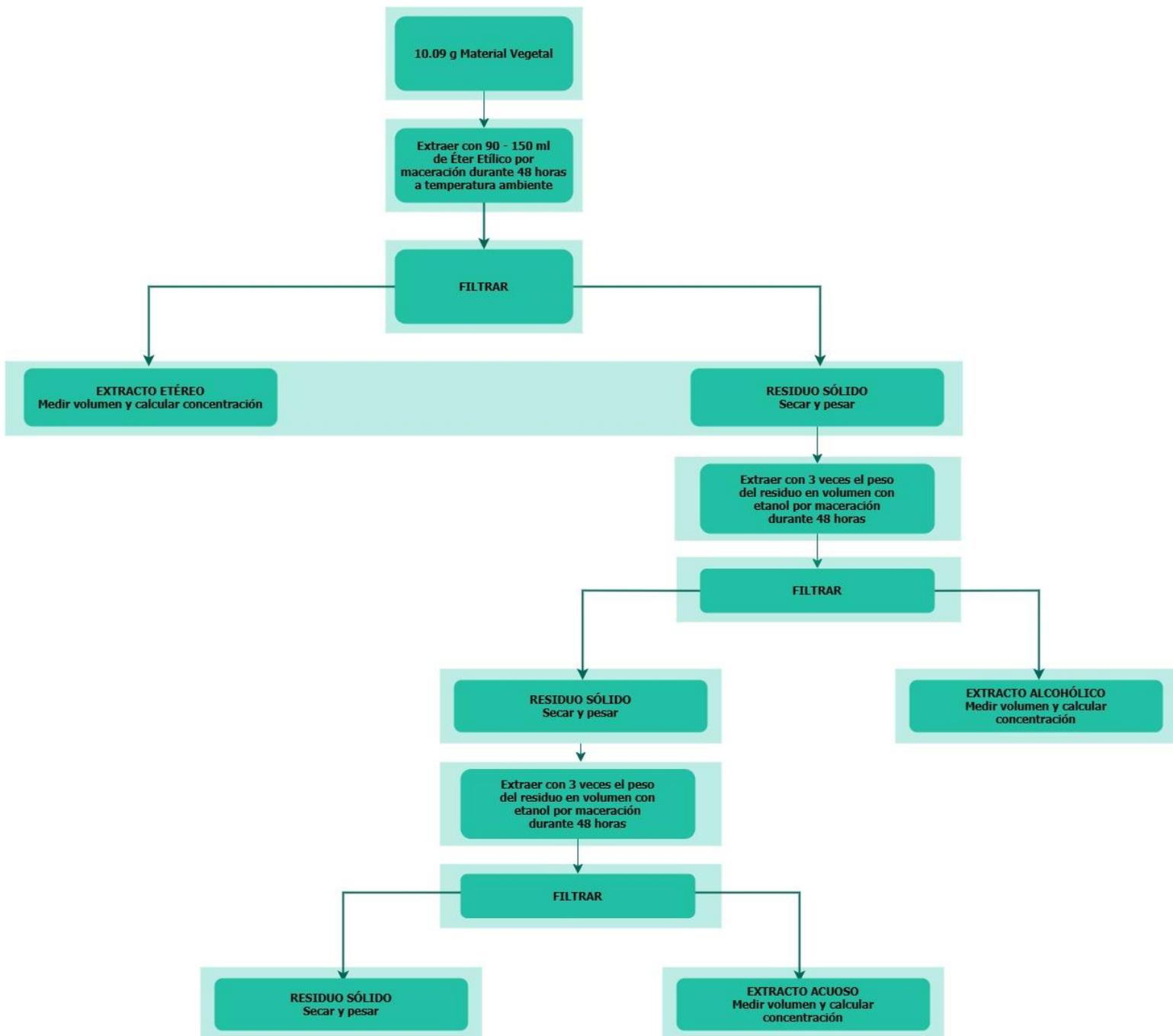
- Aparcana, I., & Villarreal, L. (2014). Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/3791>
- Barba, J. (2018). México y el reto de las enfermedades crónicas no transmisibles. El laboratorio también juega un papel importante. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica*, 65(1), 4-17. <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2018/pt181a.pdf>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. In *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Casas, D. (2015). Curso teórico - práctico:” Desarrollo y formulaciones de protectores solares”. Del 24-26- febrero, Química Suiza Industrial.
- Castañeda, B. C., Ramos, L. E., & Ibáñez, V. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista Horizonte Medico*, 8(1), 56-72. <https://doi.org/10.24265/horizmed.2008.v8n1.04>
- Castro, O. (2020). Estudio fitoquímico del líquen *Everniopsis trulla* y preparación de una crema protectora solar a base de quitosano con el extracto del líquen. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16743>
- Castro, O., y Álvarez, J. (2019) El quitosano en la cosmética. Editorial Académica Española. <https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/gb/book/978-620-0-33847-1/el-quitosano-en-la-cosm%C3%A9tica>

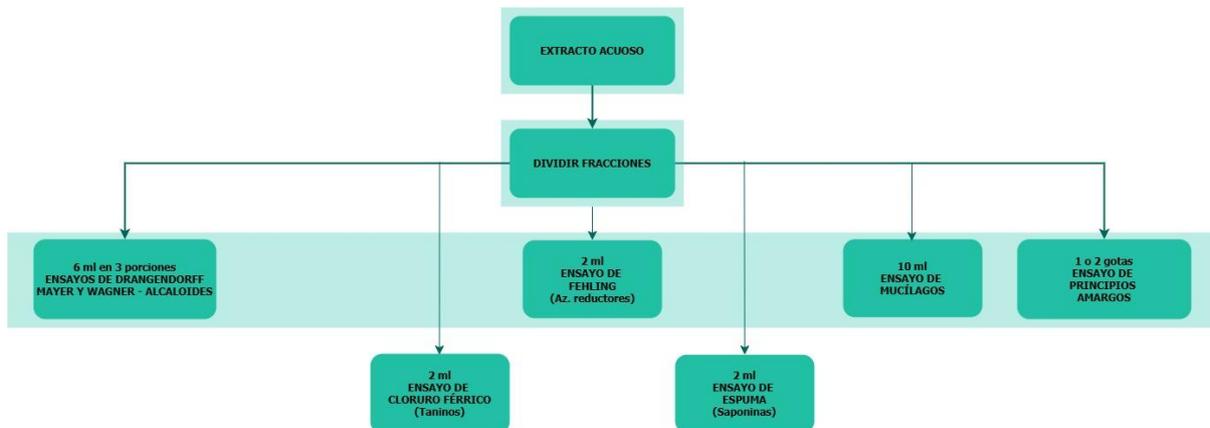
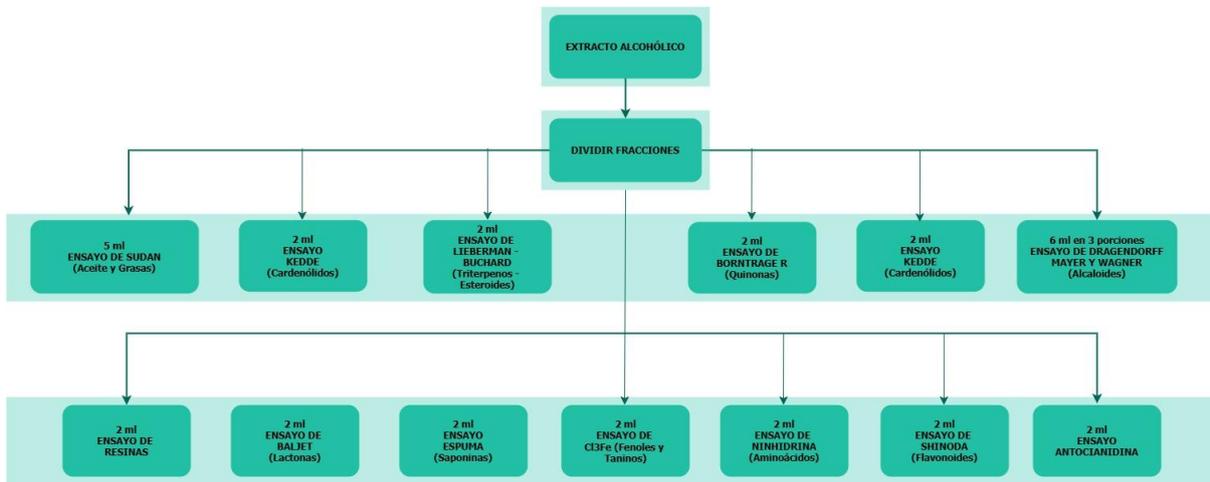
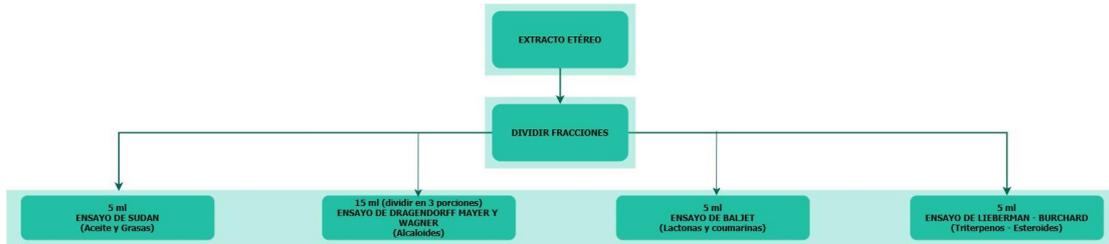
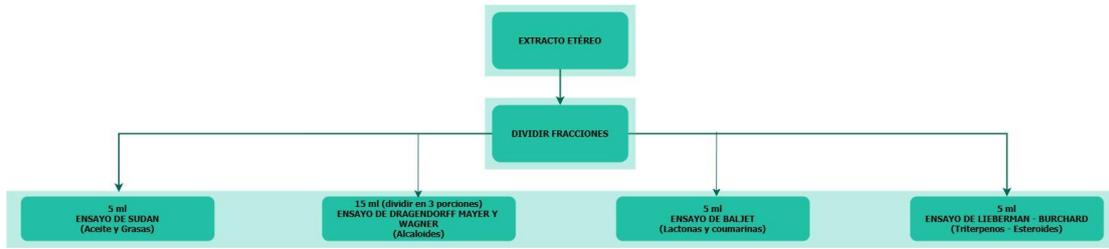
- Cazorla, M. (2013). Actividad fotoprotectora de maracuyá (*Passiflora edulis*), Ishpingo (*Ocotea quixos*) en foto tipos III (*Homos sapiens*) para la elaboración de un protector solar. [Tesis de grado, Escuela superior politécnica de Chimborazo].
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-2012. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Creus, E. (2004). Compuestos fenólicos: un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm: farmacia y sociedad*, 23(6), 80-84. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5325169>
- De la Vega, J., Cañarejo, M., Cabascango, O., Lara, M. Deshidratado de *Physalis peruviana* L. en dos Estados de Madurez y su Efecto sobre el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante, Carotenos, Color y Ácido Ascórbico. *Información tecnológica*, 30(5), 91-100. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500091>
- Delgado, L., Betanzos, G., & Sumaya, M. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*, 18(50), 10-15. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67415744003.pdf>
- Gaspar, K., & Jiménez, Y. (2015). Estudio fitoquímico y capacidad antioxidante in vitro del fruto fresco de *jaltomata ventricosa*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3657>
- González-Jiménez, F., Hernández-Espinosa, N., Cooper-Bribiesca, B, Núñez-Bretón, L., & Reyes-Reyes, M. Empleo de antioxidants en el tratamiento de diversas enfermedades crónico-degenerativas. *Vertientes*, 18(1). <https://www.revistas.unam.mx/index.php/vertientes/article/view/51730>

- Korc, I., Bidegain, M., & Martell. (1995). Radicales libres. Bioquímica y sistemas antioxidantes. *Rev Med Uruguay*, 11(2), 121-135. <https://revista.rmu.org.uy/public/journals/2001-1974/articles/1995v2/art6.pdf>
- Latimer, G W, (2012). Official methods of analysis of AOAC international, 19th edition, vol. 1 y 2, USA, Capitulo 1,3,4,15 y 17.
- Leiva, S., Mione, T., Yacher, L., & Briceño, J. (2019). Jaltomata andagarae (Solanaceae) una nueva especie del Norte del Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 473-484. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26201>
- Lock, O. (1994). Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales. In *Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales*. <https://doi.org/10.18800/9788483909522>
- Marmolejo, M. (2013). Tesis de pregrado, Programa de Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad ICESI. Estandarización de una metodología para la evaluación del efecto hidratante de una matriz cosmética; Santiago de Cali – Colombia.
- Medina-Medrano, J., Aviña-Martínez, G., & García-Pereyra, J. (2007). Revisión de flavonoides identificados en el género *Physalis* (Solanaceae), su capacidad antioxidante e importancia como marcadores químicos. *Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional*, 12.
- Mendoza, M., González, L., Argüelles, L. Hernández, I., Cervantes, M., Rodríguez, O., Aguilar, O., & Méndez, D. Capacidad antioxidante del fruto silvestre pipisco (Jaltomata procumbens). *Mexican Journal of biotechnology*, 1(2), 83-96. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2016.1.2.83>
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the

- antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84(4), 407-412.
<https://doi.org/10.1042/cs0840407>
- Miranda, M. (2002). Métodos de Análisis de Drogas y Extractos. *Farmacognosia y Productos Naturales*, 2(1).
- Muhammad, Y., Kani, Y., Iliya, S., Muhammad, J., Binji, A., El-Fulaty Ahmad, A., Kabir, M., Bindawa., & Ahmed, A. (2021). Deficiency of antioxidants and increased oxidative stress in COVID-19 patients: A cross-sectional comparative study in Jigawa, Northwestern Nigeria. *SAGE Open Medicine*, 9, 1-8.
<https://doi.org/10.1177/2050312121991246>
- Orbegoso, S. (2022). Características farmacognósticas de las hojas y fruto de *Jaltomata ventricosa* (Baker) Miones y cuantificación de ácido ascórbico en fruto fresco. [Tesis de Bachiller, Universidad Nacional de Trujillo].
<https://hdl.handle.net/20.500.14414/19776>
- Ordoñez, G., Reátegui, D., & Villanueva, T. (2018). Polifenoles y capacidad antioxidante en cáscara de hojas de doce cítricos. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 113-121.
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.13>
- Rojano, B. (1997). Oxidación de lípidos y antioxidantes. [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11050>
- Roberta, R., Pellegrini, N., & Proteggente, A. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Sanabria-Galindo, A., López, S., & Gualdrón, R. (1997). Estudio fitoquímico preliminar y letalidad sobre *Artemia Salina* de plantas colombianas. *Rev. Col. Cienc. Quím. Farm*, 26, 15-19. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/view/56452/55415>

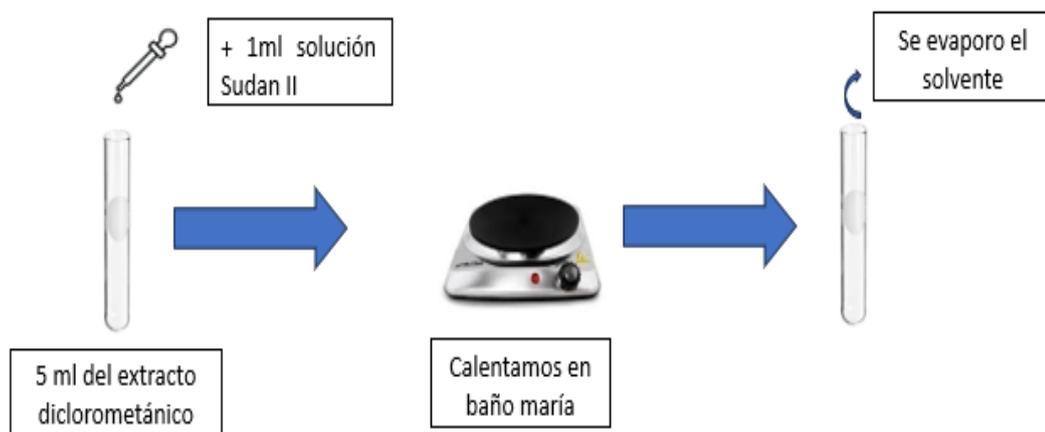
- Sayre, R. M., Agin, P. P., LeVee, G. J., & Marlowe, E. (1979). A COMPARISON OF IN VIVO AND IN VITRO TESTING OF SUNSCREENING FORMULAS. *Photochemistry and Photobiology*, 29(3). <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1979.tb07090.x>
- Sordo, C., & Gutiérrez, C. (2013). Cáncer de piel y radiación solar: Experiencia periana en la prevención y detección temprana del cáncer de piel y melanoma. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 30(1), 113-7. https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpmesp/v30n1/a21v30n1.pdf
- Tito Pillaca, M. C. (2019). Evaluación comparativa de la capacidad antioxidante del fruto liofilizado de solanum betaceum cav. (tomate de árbol) variedades rojo, amarillo y rojomorado; y formulación de una crema antioxidante. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Federico Villareal] . <https://hdl.handle.net/20.500.13084/3675>
- Viada, E., Gómez, L., & Reyna, I. (2017). Estrés oxidativo. *Correo Científico médico*, 21(1), 171-186. <http://scielo.sld.cu/pdf/ccm/v21n1/ccm14117.pdf>
- Wollenweber, E., Dörsam, M., Dörr, M., Roitman, J., & Valant-Vetschera, K. (2005). Chemodiversity of Surface Flavonoids in Solanaceae. *Zeitschrift Fur Naturforschung – Section C Journal of Biosciences*, 60, 9-10. <https://doi.org/10.1515/znc-2005-9-1002>
- Zavaleta, L. (2021). Caracterización morfológica fisicoquímica y organoléptica del Jltomate Sp (Mushaña) en Chachapoyas, Amazonas. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2578>
- Zorrilla, R. (2023). Análisis liquenoquímico de la *Psiloparmelia sp* y la preparación de una crema fotoprotectora. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/5b9cd92d-5fbf-45b0-a57f-beb788e7b77f/content>

IX. ANEXOS**ANEXO 1: MARCHA FITOQUÍMICA**



➤ **EXTRACTO DICLOROMETÁNICO**

✓ **Ensayo de Sudán (Aceite y Grasas)**

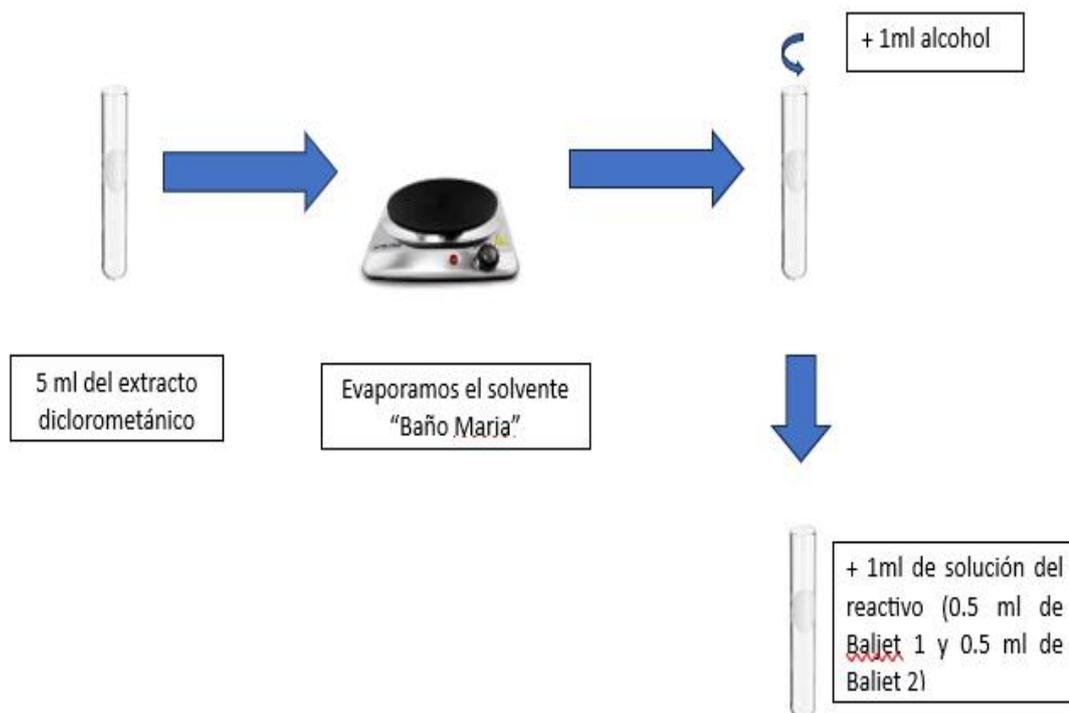


RESULTADOS:

Ensayo de Sudán	Observación
POSITIVO	Gotas o película coloreada de rojo en el seno del líquido o en las paredes del tubo



✓ **Ensayo de Baliet: (Lactonas y coumarinas)**

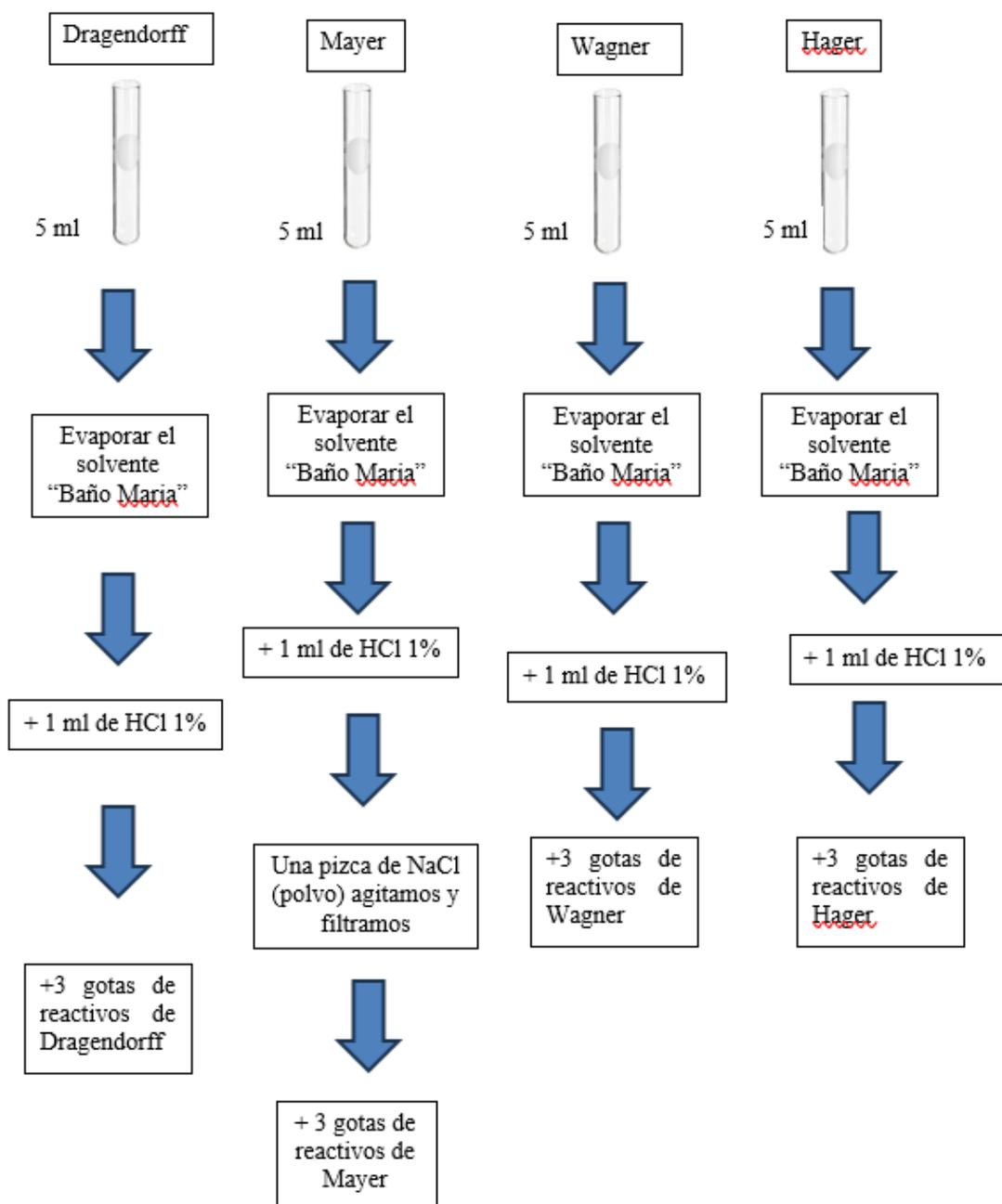


RESULTADOS:

COLOR	Observación
Rojo	++
Precipitado Rojo	+++

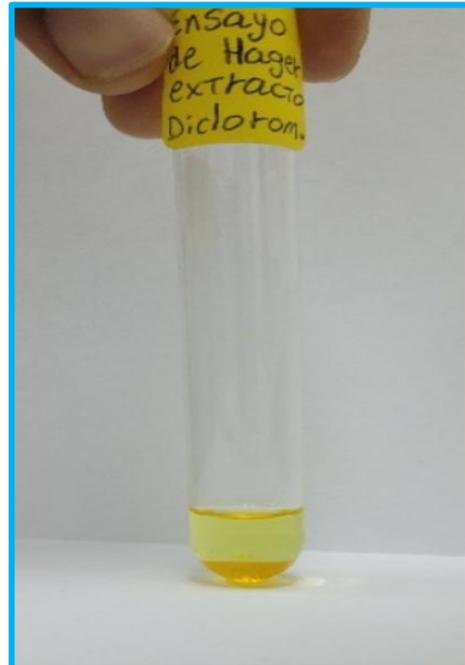
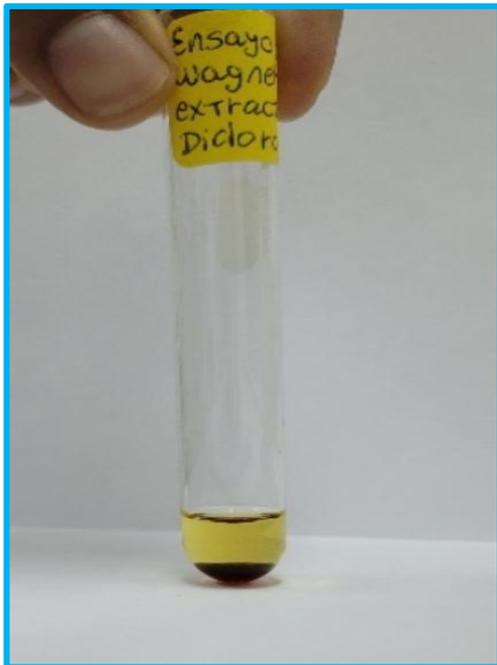


✓ **Ensayo de Dragendorff, Mayer, Wagner y Hager (Alcaloide)**

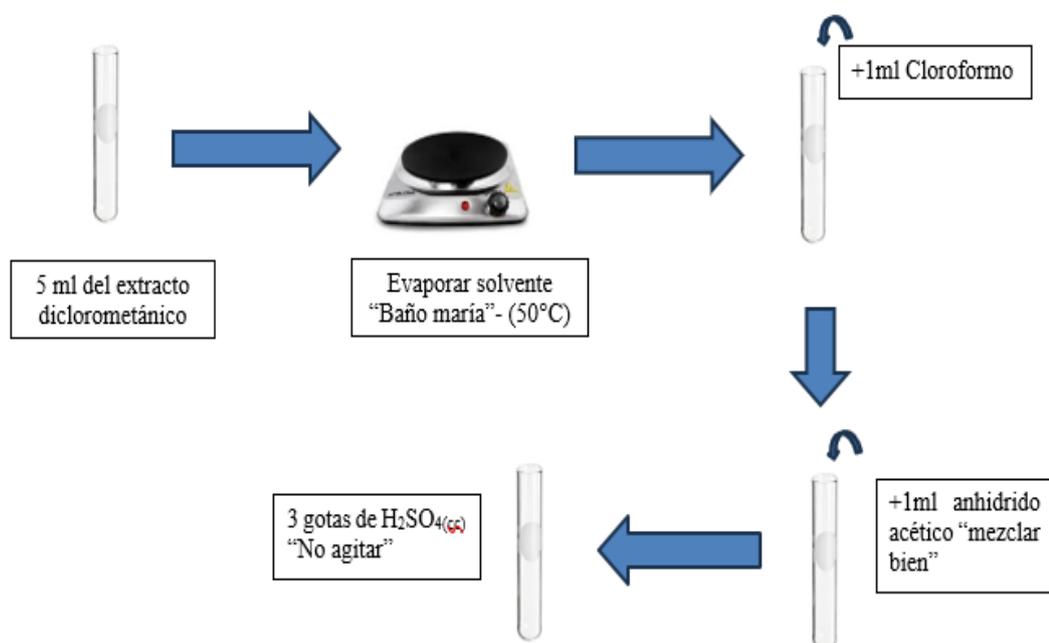


RESULTADOS:

Opalescencia	Turbidez definida	Precipitado
+	++	+++

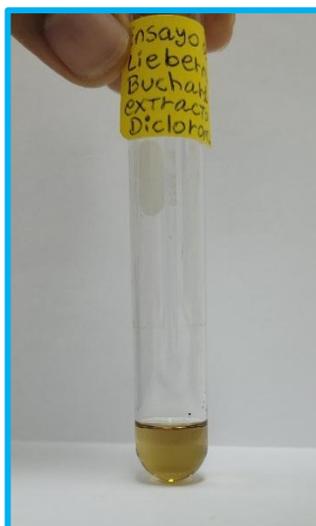


✓ **Ensayo de Lieberman Buchard (Triterpenos – esteroides)**

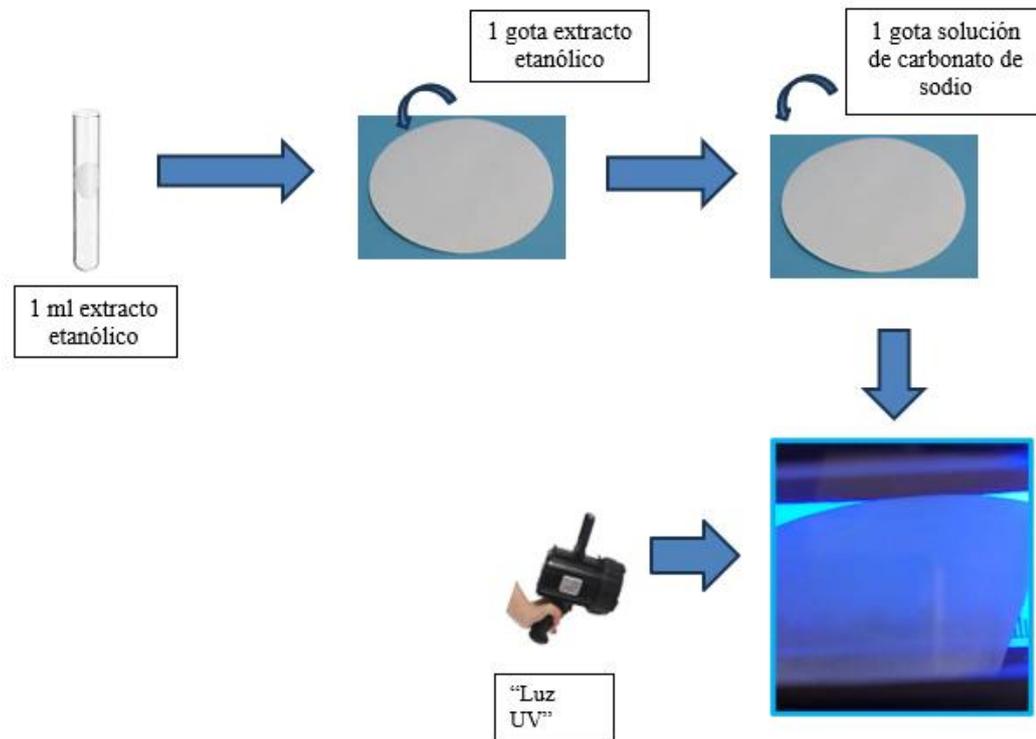


RESULTADOS:

COLOR	Observación
Rojo - Azul	Muy rápido
Verde intenso visible	Aunque rápido
Verde oscuro - negro	Final de reacción



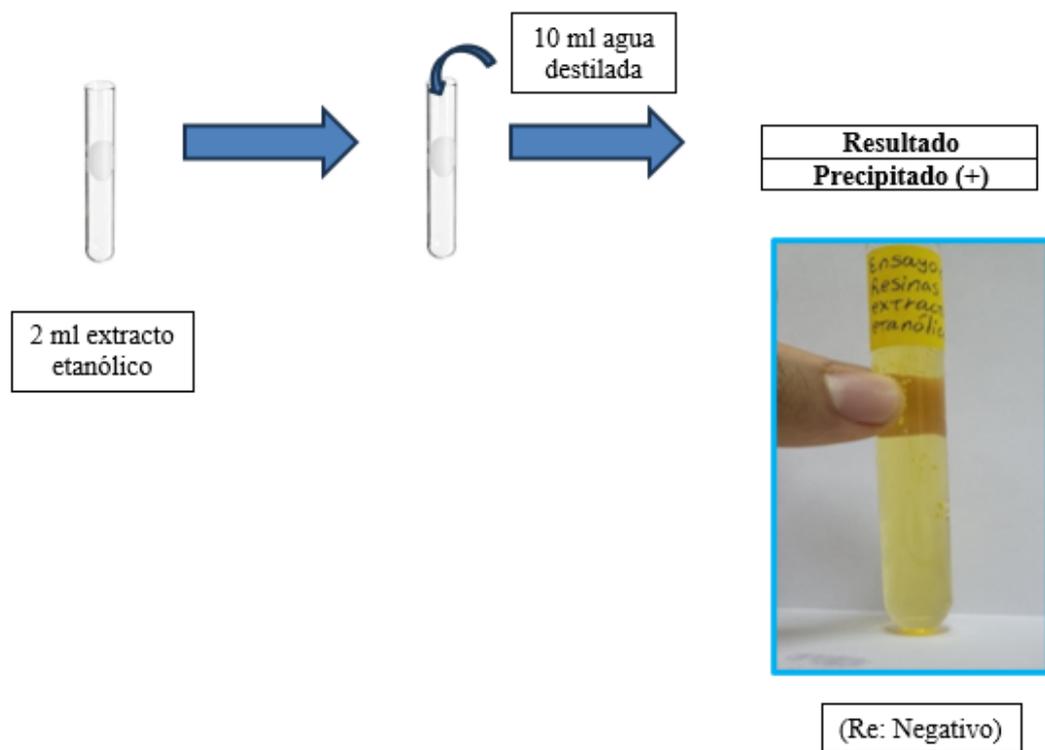
- **Extracto Etanólico**
- ✓ **Ensayo de Catequinas**



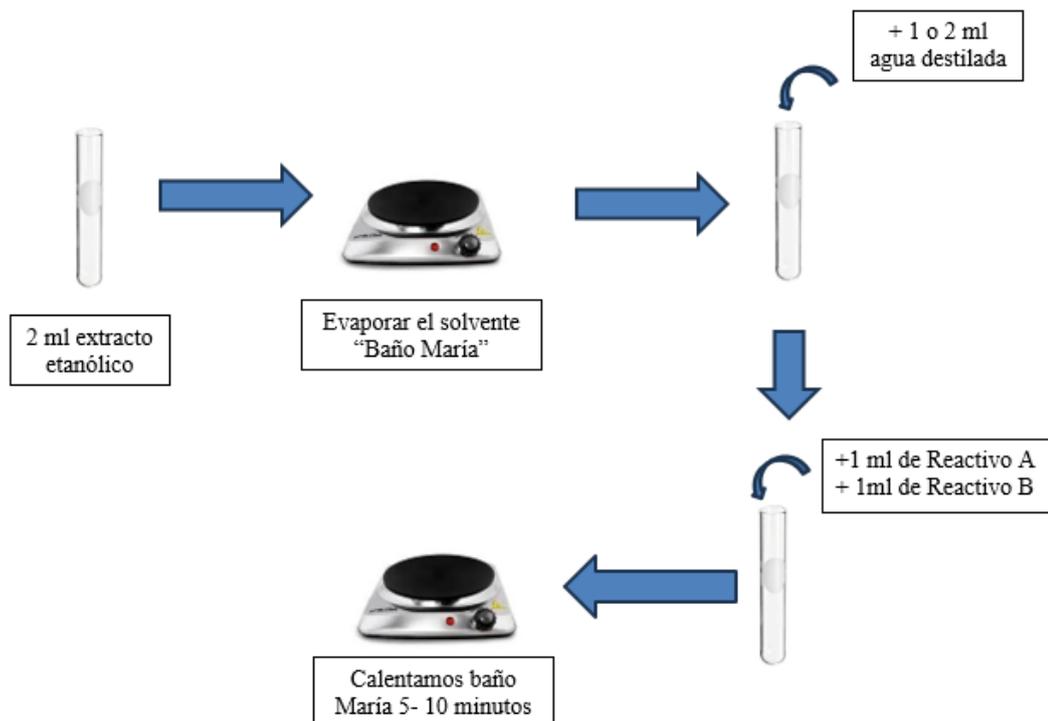
Resultados

Resultado	Color
Positivo	Mancha verde carmelita

✓ **Ensayo de Resinas**



✓ **Ensayo de Fehling (Az. Reductores)**

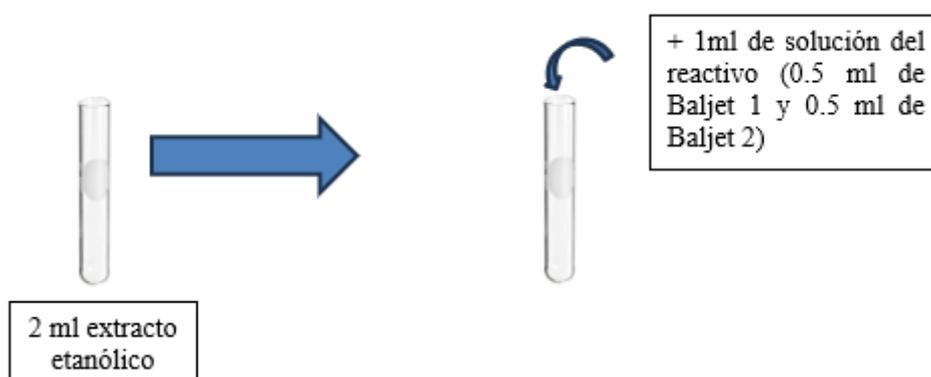


Resultados

Ensayo de Fehling	COLOR
Positivo	Rojo (+) o precipitado rojo (++)



✓ Ensayo de Baljet (lactonas)

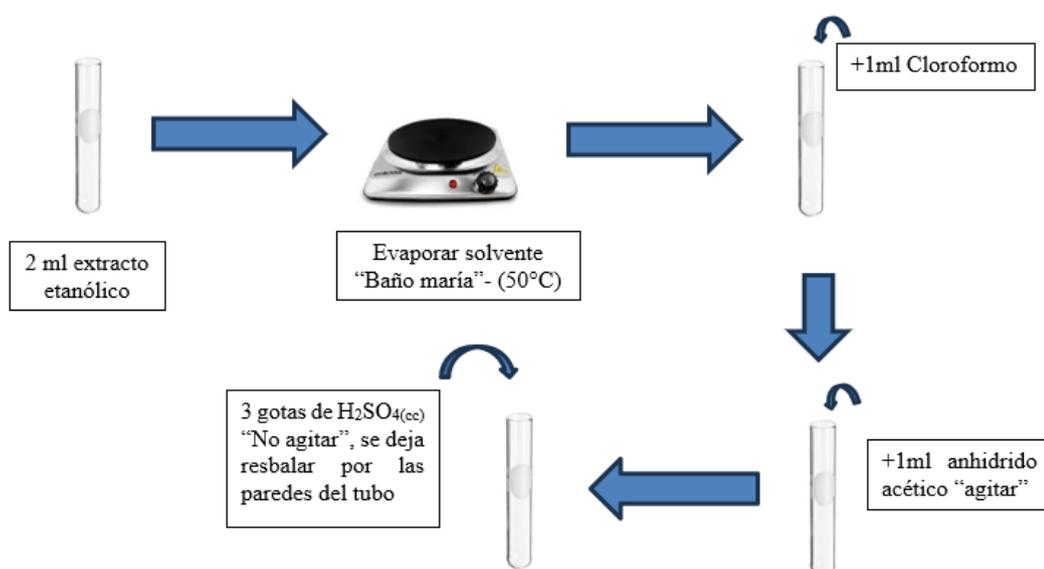


RESULTADOS:

COLOR	Observación
Rojo	++
Precipitado Rojo	+++

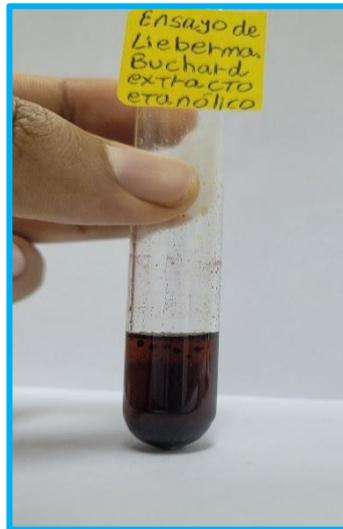


✓ **Ensayo de Lieberman Buchard (Triterpenos – esteroides)**

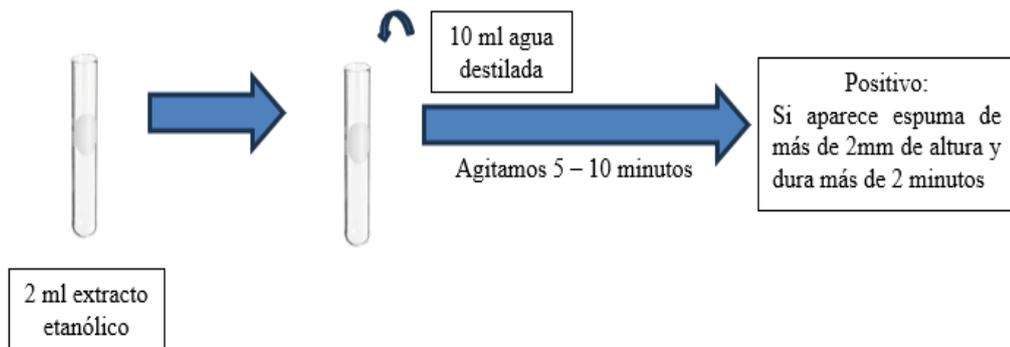


RESULTADOS:

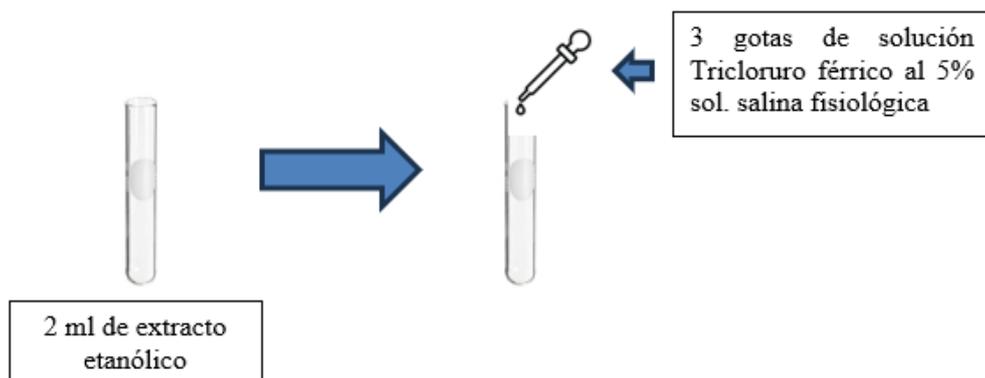
COLOR	Observación
Rojo - Azul	Muy rápido
Verde intenso visible	Aunque rápido
Verde oscuro - negro	Final de reacción



✓ **Ensayo de espuma (Saponinas)**



✓ **Ensayo del Cloruro férrico; (Fenoles y Taninos)**

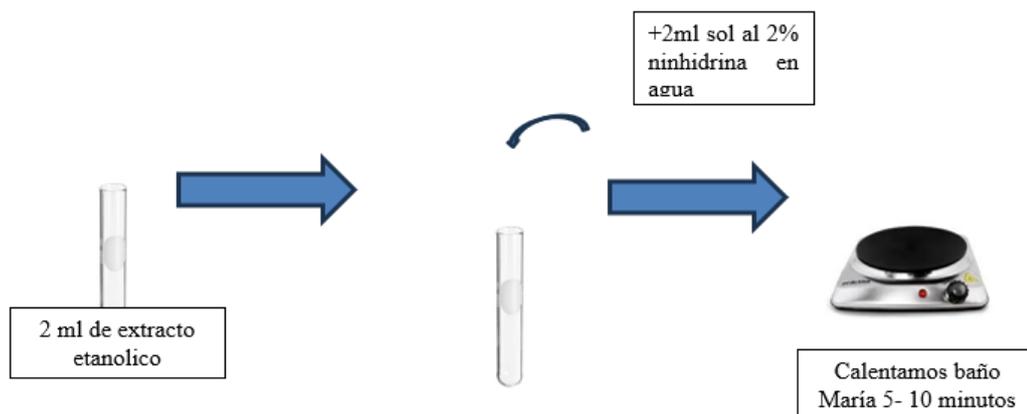


RESULTADOS:

Color	Observaciones
Rojo - Vino	Compuestos fenólicos en general
Verde intenso	Taninos tipo pirocatecólicos / POSITIVO
Azul	Taninos tipo pirogalotánicos

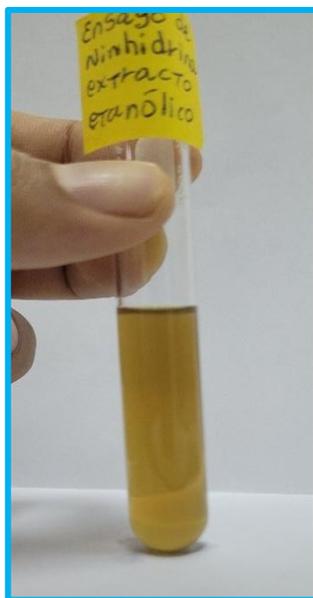


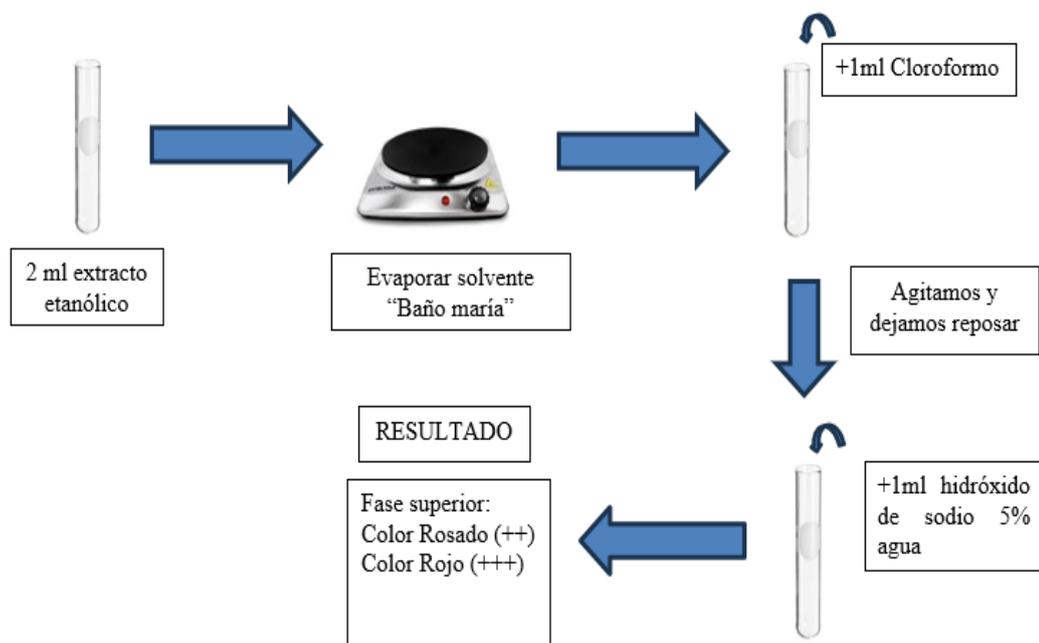
✓ **Ensayo de Ninhidrina (Aminoácidos)**



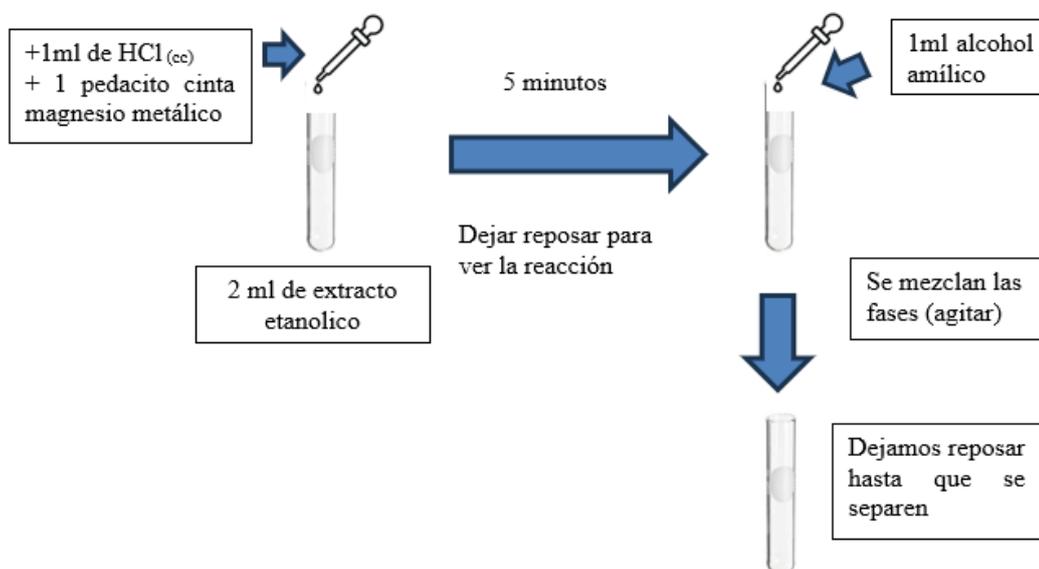
RESULTADOS:

COLOR	Observación
Azul violáceo	Negativo



✓ **Ensayo de Bortrager (Quinonas)**

✓ **Ensayo de Shinoda: (Flavonoides)**

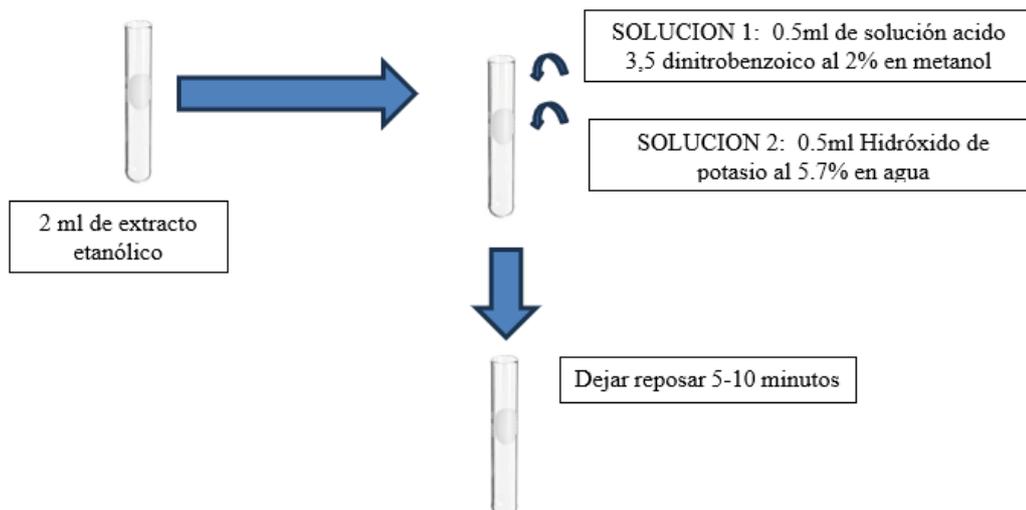


RESULTADOS:

Ensayo de Shinoda	Color	Observación
POSITIVO	Amarillo	Intenso en cualquier color
	Naranja	
	Carmelita	
	Rojo	



✓ **Ensayo de Kedde (cardenólidos)**

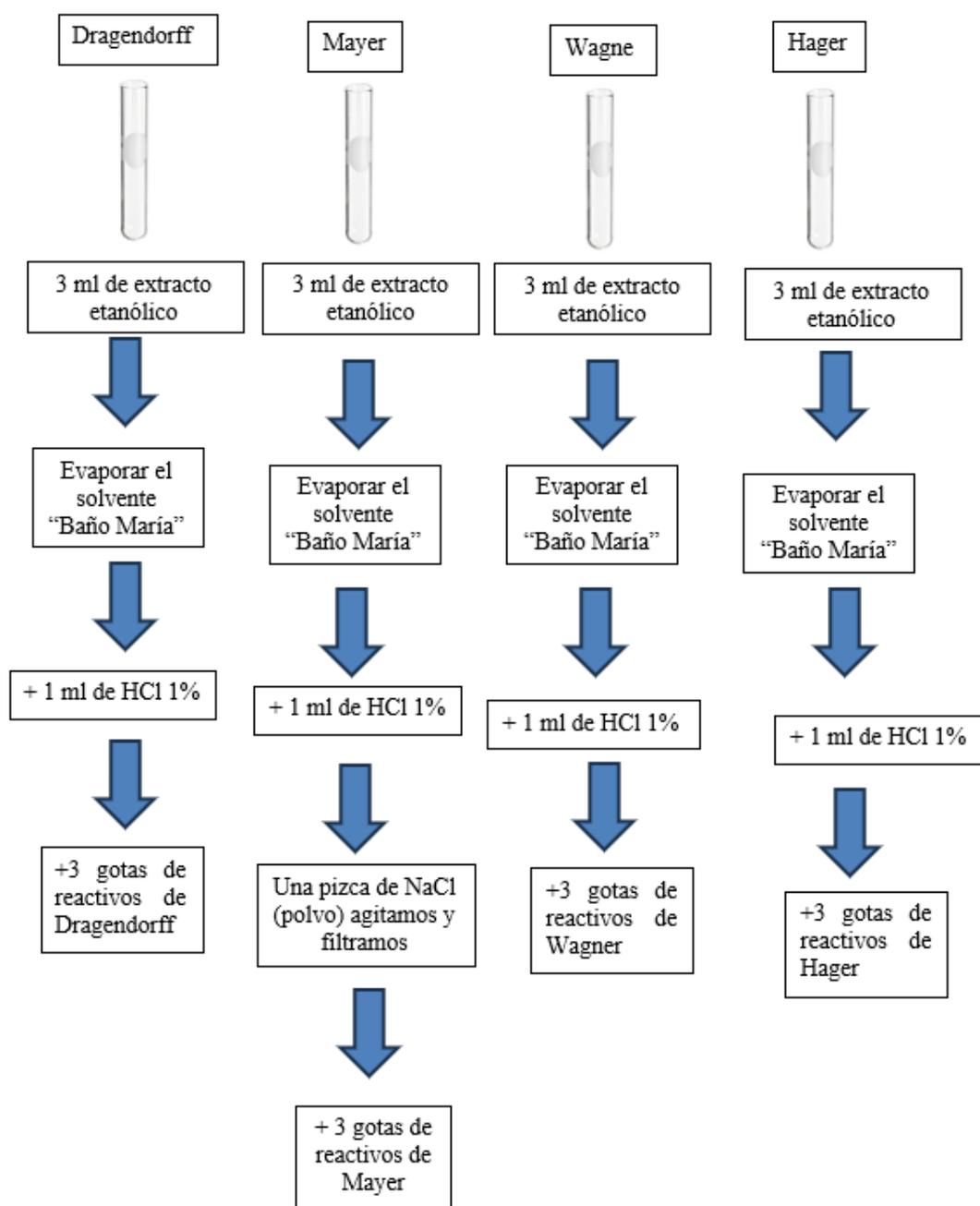


RESULTADOS:

COLOR	Observación
Violácea	Duración de 1-2 horas /POSITIVO



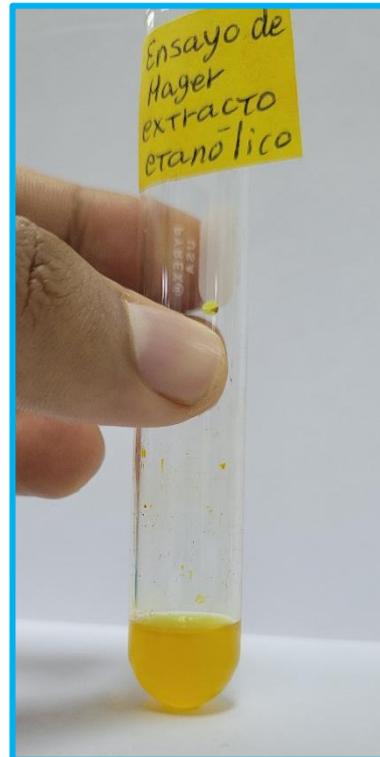
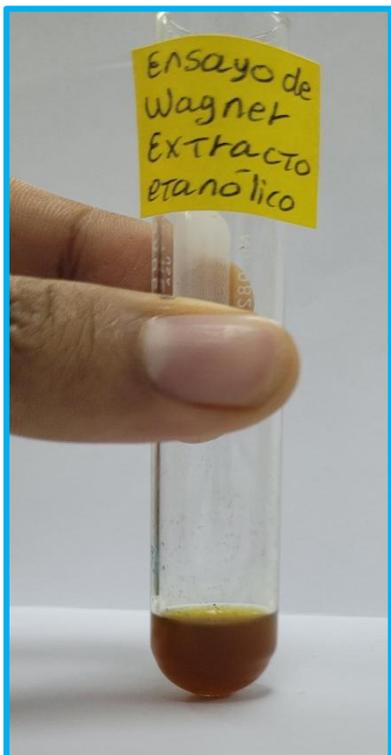
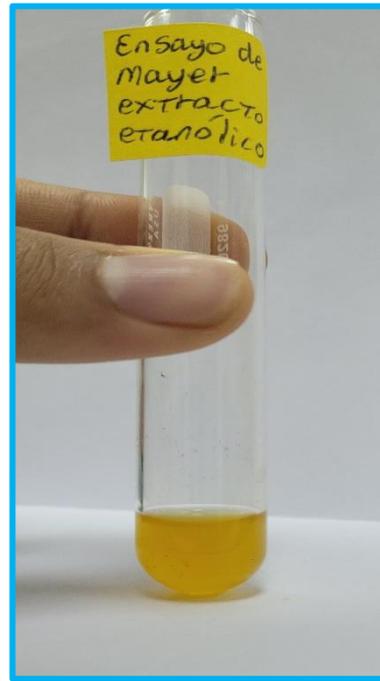
✓ **Ensayo de Dragendorff, Mayer, Wagner y Hager (Acaloide)**



RESULTADOS:

POSITIVOS

Opalescencia	Turbidez definida	Precipitado
+	++	+++



➤ **EXTRACTO ACUOSO**

✓ **Ensayo Dragendorff: (Alcaloide)**

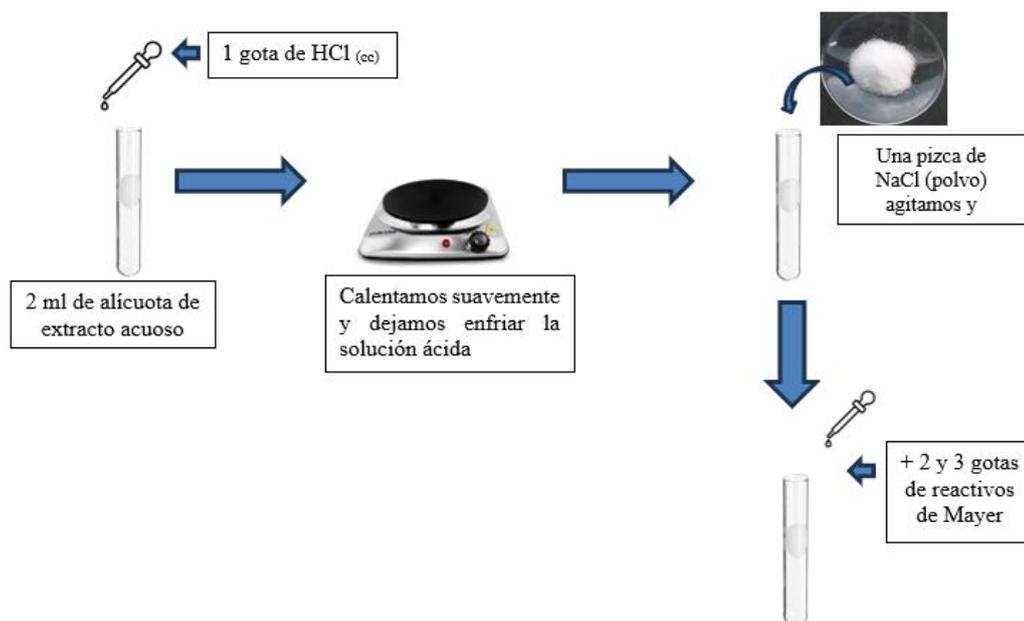


RESULTADOS:

Opalescencia	Turbidez definida	Precipitado
+	++	+++



✓ **Ensayo de Mayer: (Alcaloide)**

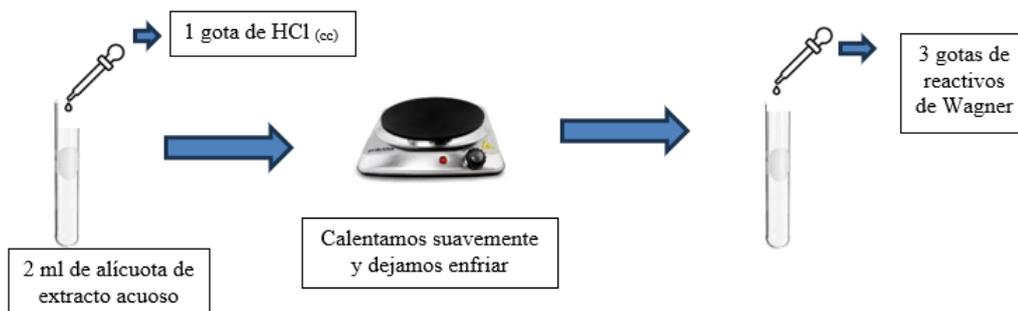


RESULTADOS:

Opalescencia	Turbidez definida	Precipitado
+	++	+++

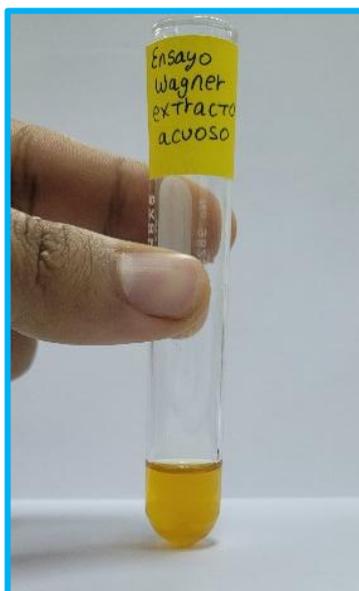


✓ **Ensayo Wagner (Alcaloide)**

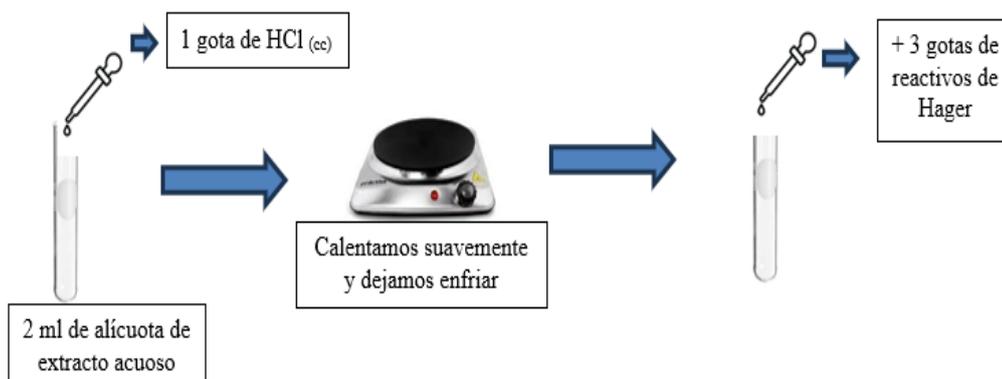


RESULTADOS:

Opalescencia	Turbidez	Precipitado
+	++	+++



✓ **Ensayo Hager: (Alcaloide)**

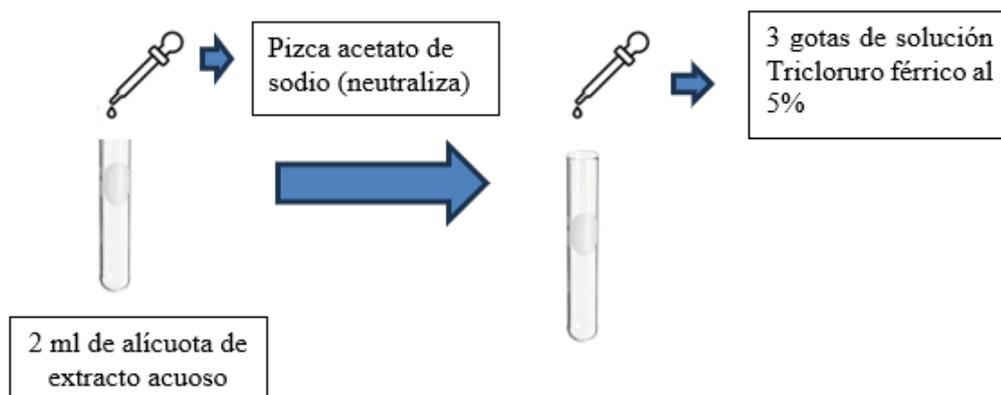


RESULTADOS:

Opalescencia	Turbidez	Precipitado
+	++	+++

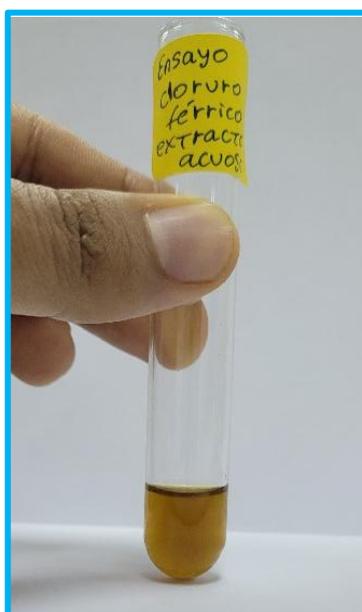


✓ **Ensayo del Cloruro férrico: (Taninos)**

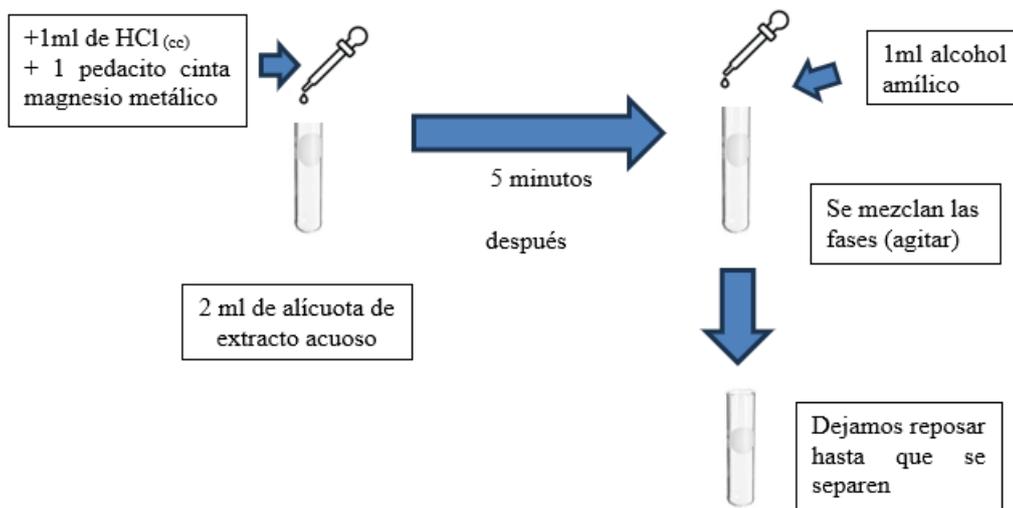


RESULTADOS:

Color	Observaciones
Rojo - Vino	Compuestos fenólicos en general
Verde intenso	Taninos tipo pirocatecólicos
Azul	Taninos tipo pirogalotánicos



✓ **Ensayo de Shinoda: (Flavonoides)**

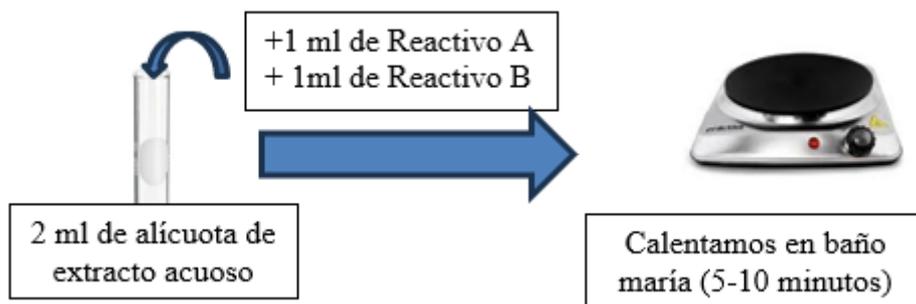


RESULTADOS:

Ensayo de Shinoda	Color	Observación
Alcohol Amílico	Amarillo	Intenso en cualquier color
	Naranja	
	Carmelita	
	Rojo	



✓ **Ensayo de Fehling (Azúcares Reductores)**

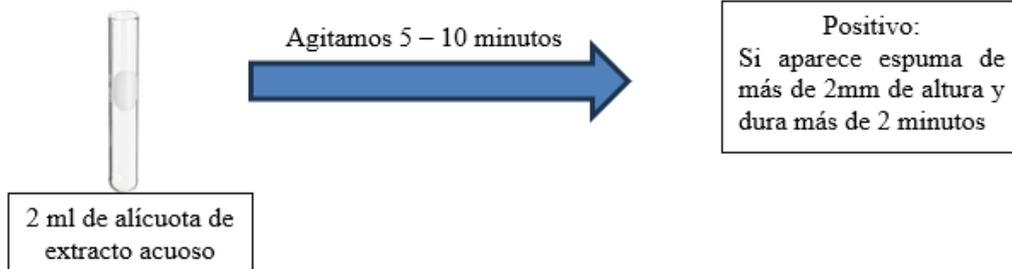


RESULTADOS:

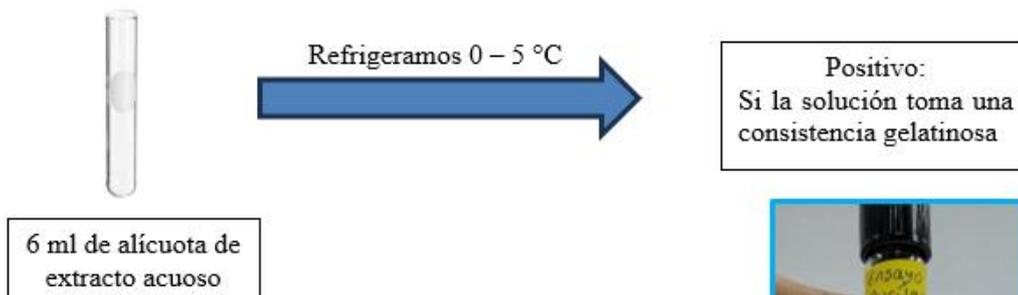
Ensayo de Fehling	COLOR
Positivo	Rojo o precipitado rojo



✓ **Ensayo de espuma (Saponinas)**



✓ **Ensayo de mucilagos**



ANEXO 2: ANÁLISIS TAXONÓMICO DEL TOMATITO “*Jaltomata andagarae* S. Leiva & Mione”



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 109-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Santos Ascate Salinas**, alumno pregrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal ha sido estudiada y clasificada como: *Jaltomata andagarae* S. Leiva & Mione y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Solanales

FAMILIA : SOLANACEAE

GÉNERO : *Jaltomata*

ESPECIE : *Jaltomata andagarae* S. Leiva & Mione

Nombre vulgar: “Tomatito”

Procedencia: Departamento La Libertad, Provincia Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco, Localidad Cerro Andaraga

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 1 de junio de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ANEXO 3: CONSTANCIA DE PUBLICACIÓN



SOCIEDAD QUÍMICA DEL PERÚ

Asociación Científica (1933 – 2025)
92 años al servicio de la Química

CONSTANCIA

La abajo firmante deja constancia que el trabajo de investigación:

**“ESTUDIO FITOQUÍMICO, CUANTIFICACIÓN DE
POLIFENOLES TOTALES Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DE LAS BAYAS DE LA PLANTA *Jaltomata
andagarae*”**

cuyos autores son:

**Santos Ascate Salinas, Helmer Lezama Vigo, Nino Castro
Mandujano, Nora Herrera Hernández[†]**

ha sido aceptado para publicación en la Revista de la Sociedad
Química del Perú.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines que
considere pertinentes.

Lima, 6 de enero del 2025

Dra. Ana Cecilia Valderrama Negrón
Editora en Jefe
Revista de la SQP